Aus dem Institut für Zuchthygiene der Universität Zürich
(Direktor: Prof. Dr. K. Zerobin)

Verlaufsuntersuchungen von Progesteron und klinisch-chemischen Blutparametern bei Kühen während Spätgravidität, Geburt und Puerperium

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
der Veterinär-Medizinischen Fakultät der Universität Zürich

vorgelegt von

RUDOLF WÄLCHLI-SUTER
Tierarzt
von Brittnau (Kt. Aargau)

Genehmigt auf Antrag von
Prof. Dr. K. Zerobin, Referent
Prof. Dr. M. Berchtold, Korreferent

1979

Juris Druck + Verlag Zürich
1978

Aus dem Institut für Zuchthygiene der Universität Zürich
(Direktor: Prof. Dr. K. Zerobin)

Verlaufsuntersuchungen von Progesteron und klinisch-chemischen Blutparametern bei Kühen während Spätgravidität, Geburt und Puerperium

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde
der Veterinär-Medizinischen Fakultät der Universität Zürich

vorgelegt von
RUDOLF WÄLCHLI-SUTER
Tierarzt
von Brittnau (Kt. Aargau)

Genehmigt auf Antrag von
Prof. Dr. K. Zerobin, Referent
Prof. Dr. M. Berchtold, Korreferent

Juris Druck + Verlag Zürich
1978

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

ISBN 3 260 04557 0

Meinen Eltern

INHALTSVERZEICHNIS

1. EINLEITUNG 7

2. PROBLEMSTELLUNG 10

3. MATERIAL UND METHODEN 11

3.1. Versuchstiere 11
3.2. Blutentnahme 11
3.3. Progesteronbestimmung im Blutplasma 13
3.4. Klinisch-chemische Untersuchungen 14
3.5. Tierärztliche Betreuung 14
3.6. Datenverarbeitung 14
3.7. Definitionen der verwendeten Kriterien 15

4. ERGEBNISSE 16

4.1. Allgemeiner Teil 16
4.2. Verlauf der klinisch-chemischen Blutparameter während Spätgravidität, Geburt und Puerperium 20

4.2.1. β-Carotin 20
4.2.2. Vitamin A 20
4.2.3. Blutglukose 21
4.2.4. Gesamtcholesterin 21
4.2.5. GOT und LDH 22
4.2.6. Magnesium, Kalzium und anorganisches Phosphat 22

4.3. Zusammenhänge zwischen einzelnen Variablen 39
4.4. GOT-, LDH- und Gesamtcholesterinbestimmung als Vorsorgeuntersuchung in der Spätgravidität 44
4.5. Hormonanalytische Befunde und Fruchtbarkeitsgeschehen im Puerperium 46

4.5.1. Progesteronverlauf während Spätgravidität, Geburt und Frühpuerperium 46
4.5.2. Zusammenhang zwischen Progesteronspiegel und Geburtsverlauf 46

4.5.3. Intervall zwischen Geburt und erster Brunst im Puerperium 51

4.5.4. Intervall zwischen Geburt und erster beobachteter Brunst im Puerperium 51

4.5.5. Rast- und Güstzeiten 54

4.5.6. Besamungsergebnisse 54

4.5.7. Zyklusstörungen 57

5. DISKUSSION 59

5.1. Verlauf der klinisch-chemischen Blutparameter während Spätgravidität, Geburt und Puerperium 59

5.1.1. β-Carotin 59

5.1.2. Vitamin A 60

5.1.3. Blutglukose 60

5.1.4. Gesamtcholesterin 62

5.1.5. GOT und LDH 63

5.1.6. Magnesium, Kalzium und anorganisches Phosphat 64

5.2. Zusammenhänge zwischen einzelnen Variablen 65

5.3. GOT-, LDH- und Gesamtcholesterinbestimmung als Vorsorgeuntersuchung in der Spätgravidität 67

5.4. Hormonanalytische Befunde und Fruchtbarkeitsgeschehen im Puerperium 69

5.4.1. Progesteron während Spätgravidität und Geburt 69

5.4.2. Ovarialtätigkeit im Puerperium 70

6. SCHLUSSFOLGERUNGEN 73

7. ZUSAMMENFASSUNG 74

8. LITERATURVERZEICHNIS 76

1. E I N L E I T U N G

Die physiologischen Vorgänge während der Spätgravidität, der Geburt und des Puerperiums stellen an den Stoffwechsel der Hochleistungskuh besonders hohe Anforderungen (53). Dabei wird die Anpassungsfähigkeit des Organismus an die sich ändernden Verhältnisse neben endogenen auch durch exogene Faktoren, insbesondere Haltungs- und Fütterungsbedingungen, wesentlich beeinflusst. Dies spiegelt sich darin wider, dass ein gutes Management die Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Tiere wesentlich zu verbessern vermag (63).

Daher sind die Vorgeburtsphase sowie der Geburtsablauf selber und die anschliessende Puerperalzeit für die weitere Fortpflanzungsfähigkeit einer Kuh von entscheidender Bedeutung (64). Für viele Landwirte und auch Tierärzte beginnt die Fertilitätskontrolle jedoch erst im Nachpuerperium, wenn während längerer Zeit keine oder nur schwach ausgeprägte Brunstsymptome beobachtet werden. Dadurch wird eine zeitgerechte Belegung erschwert, die Zwischenkalbezeit verlängert und die Rentabilität herabgesetzt. Lange Zwischenkalbezeiten stören auch den geregelten Ablauf der Alpwirtschaft, indem die Abkalbetermine in die Alpzeit fallen oder die Kälber zu spät geboren werden, um während der nächsten Saison gealpt werden zu können.

Zur Ueberwachung des Gesundheitszustandes und rechtzeitigen Verhinderung von Fortpflanzungsstörungen beim Rindvieh schlagen SOMMER (52, 53) und LOTTHAMMER et al. (35) die sogenannte Vorsorgeuntersuchung mit klinisch-chemischen Methoden einige Wochen vor dem Abkalbetermin vor. Zur Ueberprüfung der Leberfunktion werden die Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (GOT), die Lactat-Dehydrogenase (LDH) und das Gesamtcholesterin bestimmt. Die Energieversorgung des Organismus wird anhand des Blutglukosespiegels überwacht. Befinden sich einer oder mehrere dieser Werte ausserhalb einer festgesetzten Norm, gilt das Tier als

gefährdet und sollte vor dem Abkalben entsprechend behandelt werden (Metaphylaxe). Dabei wird auch die Bestimmung gewisser Mineralien, wie Magnesium, Kalzium und anorganisches Phosphat, zur besseren Beurteilung der Stoffwechsellage herangezogen.

Dem Progesteron kommt für die Aufrechterhaltung der Gravidität eine entscheidende Bedeutung zu. Bei den Säugetieren wird das Hormon vom Corpus luteum, der Placenta und der Nebennierenrinde (4, 57) produziert. Während bei Ratte, Kaninchen, Hund, Ziege und Schwein das Corpus luteum graviditatis bis zum normalen Geburtstermin erforderlich ist, übernimmt bei Meerschweinchen, Pferd, Schaf und den Primaten schon während der ersten Trächtigkeitshälfte die Placenta die Progesteronproduktion (14, 19, 25, 51, 59, 61). Beim Rind ist die Frage nach der Notwendigkeit des Corpus luteum graviditatis für die gesamte Trächtigkeitsdauer nicht eindeutig geklärt. Während die Entfernung des Gelbkörpers vor dem zweihundertsten Trächtigkeitstag zu einem Abort führt, kann die Gravidität nach diesem Zeitpunkt auch ohne Gelbkörper bis zu 70 Tagen erhalten werden (14, 19, 25, 61). Ueber den Verlauf des Plasmaprogesteronspiegels beim Rind am Ende der Trächtigkeit, sowie um den Zeitpunkt der Geburt und im Puerperium, liegen verschiedene Arbeiten vor (15, 17, 41, 42, 48, 56). Uebereinstimmend berichten alle Autoren über einen starken Abfall der peripheren Progesteronkonzentration kurz vor der Geburt. Unterschiedliche Ansichten herrschen dagegen über die hormonalen Verhältnisse im Puerperium, beziehungsweise über den Beginn der ovariellen Tätigkeit und über das Auftreten der ersten Brunst (8, 21, 33, 39, 42, 43).

Vitamin A beeinflusst sowohl die weibliche als auch die männliche Geschlechtsfunktion. Mangelsituationen führen zu einer Degeneration und Verhornung epithelialer Gewebe (54, 60). Im weiteren soll bei ungenügender Vitamin-A-Versorgung durch Aktivitätsminderung bestimmter Enzymsysteme die Steroidsynthese gehemmt werden (45, 60).

β-Carotin ist der wichtigste Vertreter aus der Provitamin-A-Gruppe. Daneben berichten kürzlich erschienene Arbeiten über eine Vitamin-A-unabhängige Wirkung des β-Carotins, vor allem bezüglich Brunstintensität und Ovulationsvorgang (2, 36, 37, 38, 44). Ausgeprägte Mangelsymptome sind zwar selten, doch können am Ende der Stallhaltungsperiode aufgrund längerer Heulagerung β-Carotinverluste und somit ungünstige Versorgungslagen auftreten (60).

2. PROBLEMSTELLUNG

Mit der vorliegenden Arbeit sollte bei Rindern und Kühen untersucht werden, ob zwischen ausgewählten Blutparametern und dem klinischen Verlauf von Spätgravidität, Geburt und Puerperium Beziehungen bestehen. Das Einsetzen der ovariellen Tätigkeit nach der Geburt sollte anhand eines Progesteronprofils beobachtet werden.

Dazu kamen folgende Einzelfragen zur Diskussion:

2.1. Wie verlaufen während Spätgravidität, Geburt und Puerperium die Blutkonzentrationen von Progesteron, β-Carotin, Vitamin A, Blutglukose, Gesamtcholesterin, der Mineralien Kalzium, anorganisches Phosphat und Magnesium und die Serumaktivitäten von GOT und LDH?

2.2. Zwischen welchen Variablen bestehen signifikante Korrelationen?

2.3. Welche Aussage gestatten GOT-, LDH- und Gesamtcholesterinwerte vor der Geburt bezogen auf den Verlauf von Geburt und Frühpuerperium?

2.4. Besteht ein Zusammenhang zwischen Progesteronspiegel und Geburtsverlauf?

2.5. Wie gross sind die Zeitintervalle zwischen Geburt und erster Brunst post partum?

2.6. Wie gross sind die Intervalle zwischen Geburt und erster beobachteter Brunst nach der Geburt?

3. MATERIAL UND METHODEN

3.1. Versuchstiere

Als Versuchstiere standen uns Rinder und Kühe der Schweizerischen Braunviehrasse aus Herdebuchbetrieben in einem Viehzuchtgebiet des Kantons Graubünden (1000 bis 1600 m.ü.M.) zur Verfügung, welche zum Einzugsgebiet einer tierärztlichen Privatpraxis gehörten. Zur Untersuchung kamen nur mindestens 7 Monate trächtige Tiere, bei denen die Untersuchungen vor der Alpfahrt beendet werden konnten. Kriterien wie Alter, Anzahl Laktationen, Fütterung und Herkunft blieben unberücksichtigt. Von anfänglich 63 verfügbaren Tieren mussten 8 nach kurzer Zeit aus dem Versuch genommen werden wegen Widerspenstigkeit, oder weil die Besitzer die Zustimmung zur Untersuchung nachträglich zurückzogen. Die restlichen 55 Tiere, nämlich 50 Kühe und 5 Rinder im Alter von 2 bis 14 Jahren, standen in 36 Betrieben, deren Grösse zwischen 7 und 40 Grossvieheinheiten schwankte.

Alle Versuchstiere wurden in Anbindeställen gehalten. Die Stallhaltungsperiode dauert etwa 7 bis 8 Monate (Ende September bis Mai), und im Sommer werden die Tiere während 3 Monaten gealpt. Die Hauptbesamungszeit fällt in die Monate Januar und Februar.
Das Futter setzt sich vor allem aus betriebseigenem Rauh- sowie handelsüblichem Kraftfutter zusammen, wobei in 4/5 der untersuchten Betriebe Grassilage gefüttert wurde.

3.2. Blutentnahme

Während der Hauptversuchszeit im ersten Halbjahr 1977 wurden pro Tier zwischen 10 und 20 Blutproben aus der Vena jugularis entnommen. Beim ersten Auftreten von äusserlich sichtbaren Brunstzeichen nach der Geburt galt die Untersuchung für das betreffende Tier als beendet. Ein bestimmter Tageszeitpunkt zur

Probengewinnung konnte nicht eingehalten werden. Bei rund 20 Tieren dauerte die Untersuchung bis in die Weideperiode, das Spätpuerperium bezog sich jedoch bei allen auf die Stallhaltung.

Zeitlich lassen sich die Blutentnahmen in drei Abschnitte einteilen:

- Spätgravidität und Geburt:
  In den letzten zwei Trächtigkeitsmonaten erfolgten die Entnahmen in ca. dreiwöchigen Abständen, wobei nach Möglichkeit versucht wurde, ein oder zwei Tage vor der Geburt Blut zu gewinnen.

- Frühpuerperium (bis 10 Tage post partum):
  In dieser Zeit wurden die Blutproben in ein- bis dreitägigen Intervallen entnommen

- Spät- und Nachpuerperium bzw. Zeit bis zur ersten beobachteten Brunst post partum:
  Ab der zweiten Woche nach der Geburt wurde der Abstand zwischen zwei Blutentnahmen auf sieben bis zehn Tage verlängert.

In einzelnen Fällen, besonders bei scheuen und ängstlichen Tieren, musste auf das zunehmende Misstrauen der Besitzer gegenüber häufigen Blutentnahmen Rücksicht genommen werden, was zu etwas grösseren Entnahme-Intervallen führte, als anfänglich vorgesehen war.

Zur Plasmagewinnung für die Progesteron-, β-Carotin- und Vitamin-A-Bestimmung wurden heparinisierte, für die Blutzuckerbestimmung oxalatbeschickte Kunststoffröhrchen (Milian Instruments S.A., CH-1207 Genève) verwendet. Blutplasma wurde durch sofortiges Zentrifugieren im Stall während 10 Minuten bei ca. 5000 U/min. gewonnen. Für die Serumgewinnung wurde das in Glasröhrchen aufgefangene Blut während 12 Stunden stehengelassen und anschliessend zentrifugiert. Plasma und Serum wurden mittels Pasteurpipetten in entsprechende Röhrchen abgehebert und bis zur weiteren Verarbeitung bei -20°C aufbewahrt.

3.3. Progesteronbestimmung im Blutplasma

Plasmaprogesteron wurde radioimmunologisch mit einer von uns modifizierten Methode nach ABRAHAM et al. (1) bestimmt. Zur Extraktion des freien Steroidhormons wurden 0.1 ml Plasma mit 3 ml Petroläther während 30 Minuten geschüttelt[1]. Nach Einengen der Progesteronextrakte unter Stickstoffstrom wurden diese in 0.5 ml Gelatine-Phosphatpuffer (pH 7.2) aufgenommen und gut vortexiert. Aufgrund der selektiven Extraktion und der Verwendung eines spezifischen Antikörpers[2] gegen Progesteron (homologes System) wurde hier auf eine säulenchromatographische Reinigung verzichtet. Die Inkubation nach Zugabe von je 0.1 ml Antiserum und Tracer[3] (1,2,6,7(n)-^{3}H-Progesteron, spez. Aktivität 95 Ci/mmol) erfolgte über Nacht bei 4oC. Die Trennung des freien von dem an den Antikörper gebundenen Progesteron geschah durch Zugabe von 0.5 ml einer 0.25%igen Dextran-Kohlesuspension. Die untere Grenze der Empfindlichkeit, definiert als die kleinste Menge, die sich von Null unterscheiden lässt, lag bei 10 pg pro Röhrchen. Die Genauigkeit, berechnet aus der Wiederfindung von bekannten Mengen Progesteron, die einem Blank-Plasma zugegeben worden waren, betrug durchschnittlich 83.7 ± 2.2%.

---

[1] Schüttelmaschine Gerhardt LS 20, Auer Bittmann Soulié AG, Zürich.

[2] Als Antigen zur Erzeugung spezifischer Antikörper wurde das von Dr. G. Jutz im hiesigen Labor hergestellte 11 α-OH-Progesteron-Hemisuccinat-HSA (34) verwendet (Abb. 1).

[3] Radiochemical Centre, Amersham.

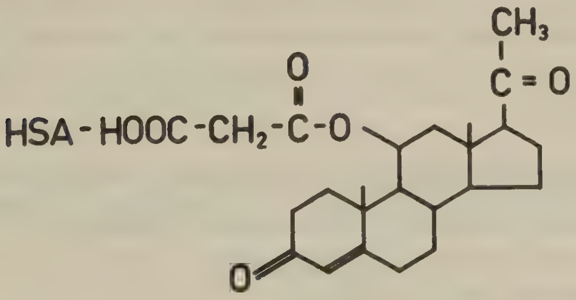


Abb. 1: Strukturformel des Immunogens.

3.4. Klinisch-chemische Untersuchungen

- Die Bestimmung von Vitamin A und β-Carotin geschah nach den von BRUBACHER and VUILLEUMIER (7) beschriebenen Methoden[1].
- Blutglukose[2] und Gesamtcholesterin[2] wurden enzymatisch durch Zugabe von Hexokinase bzw. Cholesterinesterase und Cholesterinoxydase bestimmt.
- GOT- und LDH-Aktivitäten wurden photometrisch gemessen[2].
- Die Bestimmung von Kalzium[3], Magnesium[4] und anorganischem Phosphat[4] erfolgte ebenfalls photometrisch.

3.5. Tierärztliche Betreuung

Nach Ablauf des Frühpuerperiums wurden die Versuchstiere anlässlich der Blutentnahmen zur ovariellen Beurteilung rektal untersucht; die Brunsterkennung stützte sich vor allem auf Beobachtungen der Landwirte. Allgemeinerkrankungen sowie solche des Genitaltraktes wurden tierärztlich behandelt.

3.6. Datenverarbeitung

Allgemeine anamnestische Erhebungen über die Versuchstiere sowie klinisch-chemische Untersuchungsergebnisse wurden auf Lochkarten übertragen und am Rechenzentrum der Universität Zürich statistisch ausgewertet. Dabei kamen BMDP-Statistikprogramme (12) zur Anwendung.

---

[1] Für die β-Carotin- und Vitamin-A-Bestimmung sei Herrn Dr. L. Völker, Department of Vitamin and Nutritional Research, Firma F. Hoffmann-LaRoche, Basel, bestens gedankt.

[2] Reagentien: Firma Boehringer, Mannheim.

[3] Reagentien: Behringwerke, Marburg.

[4] Reagentien: Firma Merck, Darmstadt.

3.7. Definitionen der verwendeten Kriterien

In Anlehnung an MORROW et al. (39) wurden die Versuchstiere hinsichtlich Verlauf von Geburt und Frühpuerperium in folgende zwei Gruppen unterteilt:

Normaler Geburtsverlauf: Keine Geburtsschwierigkeiten und keine akuten Erkrankungen im Frühpuerperium.

Gestörter Geburtsverlauf: Abort, Zwillinge, Nachgeburtsverhaltung, puerperale Intoxikation, akute Mastitis oder akute Stoffwechselstörung im Frühpuerperium.

Frühpuerperium: Erste 10 Tage post partum.

Spätpuerperium: An das Frühpuerperium anschliessende Zeit bis Ende des ersten Monats post partum.

Nachpuerperium: Zweiter Monat post partum.

Erste Brunst: Erste Brunst im Puerperium, die anhand des Progesteronverlaufes bestimmt werden konnte.

Erste beobachtete Brunst: Die erste Brunst im Puerperium, bei der deutliche Brunstsymptome (Duldungsreflex, Bespringen anderer Tiere, Unruhe und Brunstschleimabsonderung) beobachtet wurden.

Die erste Brunst kann mit der ersten beobachteten Brunst zusammenfallen.

Stille oder übersehene Brunst: Nicht beobachtete Brunst, die aber aufgrund des Ovarbefundes und/oder des Progesteronprofils nachträglich bestimmt werden konnte.

Die Begriffe Rastzeit und Serviceperiode werden unterschiedlich definiert. Wir haben uns auf folgende Definition in Anlehnung an COMBERG (10) festgelegt:

Rastzeit oder Serviceperiode: Zeitintervall zwischen vorangegangener Geburt und erstmaliger Belegung.

Güstzeit: Zeitintervall zwischen vorangegangener Geburt und erneuter Konzeption (10).

4. E R G E B N I S S E

4.1. Allgemeiner Teil

Zur Auswertung kamen 55 Versuchstiere, deren Alterszusammensetzung aus Abbildung 2 ersichtlich ist.

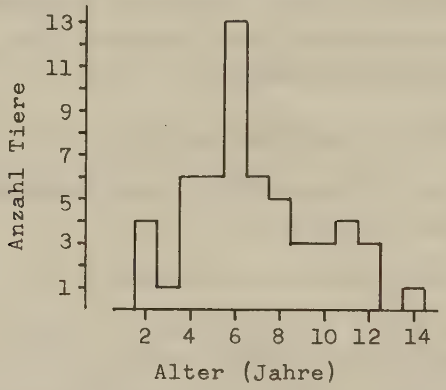


Abb. 2: Alterszusammensetzung der Versuchstiere (n=55).

Mit Ausnahme einer Kuh, die nach 242 Trächtigkeitstagen eine tote männliche Frucht abortierte, betrug die durchschnittliche Trächtigkeitsdauer aller Tiere 289 ± 7.5 Tage. Tragzeit- und Geschlechtsverteilung sind in Abbildung 3 dargestellt.

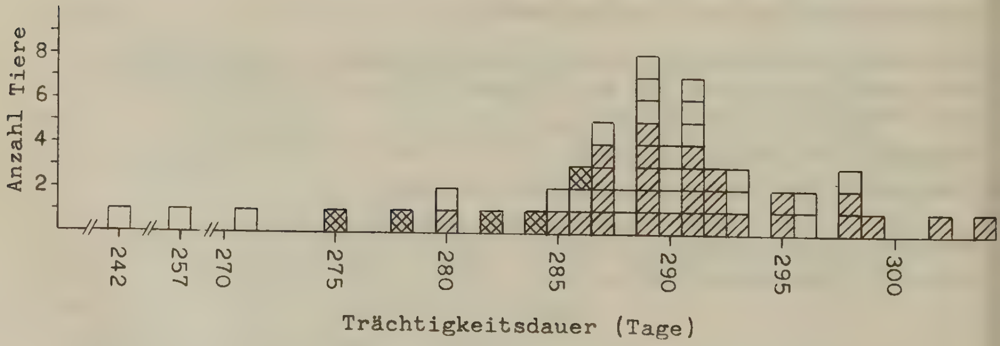


Abb. 3: Häufigkeitsverteilung der Tragzeit und des Neugeborenengeschlechts (▨ = männl. Kalb, □ = weibl. Kalb, ⊠ = Zwillinge).

Geburtsstörungen oder Erkrankungen im Frühpuerperium stellten sich bei 17 Versuchstieren (31%) ein. Tabelle 1 gibt Aufschluss über deren Art und Häufigkeit. Je eine Frühgeburt nach 257, sowie ein Abort nach 242 Trächtigkeitstagen waren gefolgt von einer Retentio secundinarum bzw. einer Lochiometra mit puerperaler Intoxikation. Von den 5 Kühen mit Zwillingsgeburten zeigten 2 Nachgeburtsverhaltung, wovon eine im Verlauf des Spätpuerperiums auch an Endometritis erkrankte. Nachgeburtsverhaltungen nach Einlingsgeburten wurden viermal beobachtet, wobei eine Kuh zusätzlich an puerperaler Intoxikation und eine zweite an akuter Mastitis im Frühpuerperium erkrankte. Verzögerter Nachgeburtsabgang 13 Stunden nach der Geburt trat bei einer Kuh mit Torsio uteri auf. Bei einer weiteren Kuh mit Torsio uteri entwickelte sich nach zeitgerechtem Nachgeburtsabgang eine Lochiometra mit anschliessender puerperaler Intoxikation und Endometritis sowie eine hochgradige Peritonitis aufgrund einer Uterusperforation. Eine zehnjährige Kuh erkrankte an einer leichten Gebärparese, und zwei weitere Kühe mussten wegen akuter Mastitis behandelt werden. Schwergeburten wegen absolut oder relativ zu grossen Kälbern traten keine auf.

	Anzahl Tiere
Abort	1
Frühgeburt	1
Zwillinge	5
Torsio uteri	2
Retentio sec.	8
Lochiometra	3
Puerp. Intoxikation	4
Gebärparese	1
Akute Mastitis	3

Tab. 1: Geburtsstörungen und Erkrankungen im Frühpuerperium.

Einteilung der Untersuchungsdauer in Zeitintervalle

Die eigentliche Versuchszeit (Zeit der Blutentnahme) erstreckte sich über 195 Tage und wurde auf einer Zeitachse in 20 Intervalle eingeteilt. Dabei umfassen die Intervalle 1-8 die Vorgeburts- und die Intervalle 10-20 die Nachgeburtsphase, während Intervall 9 den Abkalbetag darstellt.
Die einzelnen Intervalle weisen unterschiedliche Zeitspannen auf, welche gegen den Geburtstermin hin immer kürzer und nach der Geburt wieder länger werden. Die Dauer der einzelnen Intervalle ist der Tabelle 2 zu entnehmen. Aufgrund dieser Einteilung muss berücksichtigt werden, dass die einzelnen Versuchstiere nicht in allen Zeitintervallen vertreten sind.

Intervall-Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TAGE ANTE PARTUM	95-61	60-41	40-26	25-11	10-5	4-3	2	1	0
Intervallmitte oder häufigster Untersuchungstag bei kleinen Zeitintervallen*	70	50	33	18	7	3	2	1	0

Intervall-Nr.	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
TAGE POST PARTUM	1	2-3	4-6	7-10	11-18	19-25	26-35	36-47	48-59	60-71	72-100
Intervallmitte oder häufigster Untersuchungstag bei kleinen Zeitintervallen*	1	2	4	7	14	22	30	42	53	65	85

* In den folgenden Tabellen und Abbildungen wird für die Bezeichnung der Zeitintervalle nur diese Tageszahl angegeben. Die Null im Intervall 9 bezeichnet den Tag der Geburt.

Tab. 2: Einteilung der Untersuchungsdauer in Zeitintervalle.

4.2. Verlauf der klinisch-chemischen Blutparameter während Spätgravidität, Geburt und Puerperium

Die klinisch-chemischen Untersuchungsergebnisse sind tabellarisch in den Tabellen 3 bis 12 und graphisch in den Abbildungen 4 bis 9 dargestellt. Uebersichtshalber wurden in den graphischen Darstellungen die Standardabweichungen weggelassen und nur die Mittelwerte aufgezeichnet.

4.2.1. β-Carotin

In der Spätgravidität bis zur letzten Woche ante partum verläuft die Kurve annähernd horizontal auf einem Niveau zwischen 500 und 600 µg/100 ml. Kurz vor der Geburt nimmt die Plasmakonzentration ab und erreicht tiefste Werte von ca. 400 µg/100 ml einige Tage nach der Geburt. Nach Ablauf des Frühpuerperiums steigen die Werte kontinuierlich an und erreichen 3 Monate post partum ca. 900 µg/100 ml.

4.2.2. Vitamin A

Der Vitamin-A-Verlauf in der Spätgravidität gleicht dem des β-Carotins. Während der letzten Trächtigkeitswoche fällt die Konzentration von 130 auf ca. 100 IE/100 ml[1] kurz nach der Geburt und steigt im Laufe von etwa 6 Wochen wieder auf das Niveau der Spätgravidität an.

---

[1] 1 IE = 0.3 µg alltrans-Vitamin A (Retinol).

4.2.3. Blutglukose

Während der Blutzucker bis wenige Tage vor der Geburt nur kleinen Schwankungen unterworfen ist, steigt er 2 Tage ante partum von etwas mehr als 60 mg bis gegen 80 mg/100 ml am Tag der Geburt an. Danach fällt die Kurve innerhalb der ersten Woche post partum auf Werte unter 60 mg/100 ml steil ab und steigt während des Puerperiums wieder langsam auf Werte um 60 mg/100 ml an.

4.2.4. Gesamtcholesterin

Während der letzten 2 Trächtigkeitsmonate bis zu 1 Woche ante partum fällt die Konzentration von durchschnittlich 153 auf 122 mg/100 ml allmählich ab. In der letzten Trächtigkeitswoche findet ein stärkerer Abfall auf Werte knapp unter 100 mg/100 ml 1 Tag nach der Geburt statt. Danach steigt die Kurve steil an und erreicht nach 6 Wochen Werte um 200 mg/100 ml.

Um einen eventuellen Zusammenhang zwischen der Gesamtcholesterinkonzentration im Serum und der Milchleistung im Puerperium zu ermitteln, wurden die durchschnittlichen Cholesterinwerte zweier Tiergruppen mit unterschiedlicher Milchleistung miteinander verglichen (Tab. 7 und Abb. 7). Gruppe A umfasst bezüglich Milchleistung die 20 besten Tiere, Gruppe B die 20 schlechtesten. Die Mittelwerte der ersten drei amtlichen Kontrollwägungen (Kurzabschlüsse) betragen für die Gruppe A durchschnittlich 22.7 ± 2.6 kg, für die Gruppe B 13.3 ± 3.0 kg.
Im Frühpuerperium weichen die Cholesterinkonzentrationen nur unwesentlich voneinander ab, während danach bis zum Versuchsende ca. 3 Monate post partum die Verlaufskurve der leistungsstärkeren Gruppe um 10 - 15 % gegenüber der leistungsschwächeren Gruppe erhöht ist. Die beiden Kurven verlaufen weitgehend parallel zueinander.
Zwischen den beiden Milchleistungsgruppen bestehen bezüglich Gesamtcholesterin keine signifikanten Unterschiede.

4.2.5. Glutamat-Oxalacetat (GOT) und Lactat-Dehydrogenase (LDH)

Die Kurven beider Enzyme verlaufen während der ganzen Untersuchungszeit parallel. Während der Spätgravidität betragen die GOT- und LDH-Aktivitäten ungefähr 30 bzw. 800 - 900 U/l[1]. Im Frühpuerperium steigen die Konzentrationen auf über 40 bzw. 1100 - 1200 U/l stark an. Nach einem leichten Abfall im 2. Monat post partum erreichen die Aktivitäten gegen Versuchsende rund 3 Monate nach der Geburt Werte von ca. 42 bzw. 1300 U/l.

4.2.6. Magnesium, Kalzium und anorganisches Phosphat

Die Verlaufskurven dieser Mineralien bleiben während der Spätgravidität bis etwa 1 Woche ante partum konstant. Im Laufe der letzten Graviditätswoche fallen Kalzium von durchschnittlich 9.7 auf 8.0 mg/100 ml 1 Tag post partum, und anorganisches Phosphat von durchschnittlich 5.5 auf 4.3 mg/100 ml am Tag der Geburt. Magnesium steigt während der letzten Tage der Trächtigkeit von durchschnittlich 2.8 auf 3.5 mg/100 ml am 1. Tag nach der Geburt. Nach Ablauf des Frühpuerperiums sind die Ausgangswerte der Spätgravidität wieder erreicht. Kalzium bleibt auf diesem Niveau, anorganisches Phosphat sinkt nach rund 2 Monaten post partum von durchschnittlich 5.3 auf 4.5 mg/100 ml bei Versuchsende ca. 3 Monate post partum. Die Magnesiumkonzentration fällt nach einem leichten Anstieg im Spätpuerperium gegen Versuchsende ebenfalls leicht ab.

---

[1] Enzymeinheit: 1 U = 1 IE bezeichnet die Enzymmenge, die unter Standardbedingungen (30°C, optimaler pH-Wert und optimale Substratkonzentration) den Umsatz von 1 µmol Substrat pro Minute bewirkt (13).

Intervall	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tage	-70	-50	-33	-18	-7	-3	-2	-1	0	+1
$\bar{x}$	587.2	559.1	515.4	514.9	489.5	469.9	501.7	408.4	480.2	407.1
s	144.3	156.4	150.4	164.7	136.1	122.8	118.5	137.4	161.5	146.0
$s_{\bar{x}}$	23.7	21.7	22.9	23.7	25.3	30.7	41.9	33.3	25.5	21.5
min	288.0	160.0	133.0	115.0	212.0	207.0	398.0	201.0	143.0	146.0
max	1025.0	949.0	844.0	925.0	896.0	799.0	663.0	677.0	828.0	792.0
n	37	52	43	48	29	16	8	17	40	46

Intervall	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tage	+2	+4	+7	+14	+22	+30	+42	+53	+65	+85
$\bar{x}$	425.0	386.7	385.8	415.0	430.2	488.3	562.5	663.2	759.1	910.1
s	149.2	141.0	141.9	210.5	157.6	179.0	202.0	296.0	346.7	391.2
$s_{\bar{x}}$	19.2	19.6	21.4	27.9	22.5	25.3	27.5	54.0	59.5	85.3
min	130.0	113.0	110.0	103.0	96.0	115.0	120.0	147.0	207.0	356.0
max	745.0	684.0	646.0	1537.0	753.0	883.0	1064.0	1270.0	1552.0	1699.0
n	60	52	44	57	49	50	54	30	34	21

Tab. 3: β-Carotin (µg/100 ml) während Spätgravidität, Geburt und Puerperium.

Intervall	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tage	-70	-50	-33	-18	-7	-3	-2	-1	0	+1
$\bar{x}$	140.1	136.7	134.9	129.1	129.9	124.4	119.5	115.2	103.4	95.7
s	18.9	21.8	24.0	22.7	23.8	25.7	13.8	25.3	21.5	20.1
$s_{\bar{x}}$	3.4	3.2	4.0	3.4	4.5	6.4	4.9	6.1	3.4	3.0
min	104.0	90.0	81.0	78.0	90.0	78.0	107.0	72.0	63.0	43.0
max	185.0	182.0	202.0	191.0	170.0	179.0	147.0	156.0	167.0	136.0
n	31	47	36	44	28	16	8	17	40	45

Intervall	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tage	+2	+4	+7	+14	+22	+30	+42	+53	+65	+85
$\bar{x}$	92.3	94.4	105.0	109.5	114.8	122.0	133.2	128.6	133.6	135.7
s	19.9	20.5	23.4	25.9	27.6	26.1	28.1	29.1	24.5	29.4
$s_{\bar{x}}$	2.7	2.9	3.6	3.4	3.9	3.7	3.9	5.3	4.2	6.6
min	26.0	41.0	55.0	52.0	66.0	52.0	72.0	75.0	87.0	84.0
max	136.0	138.0	156.0	193.0	167.0	176.0	196.0	176.0	188.0	176.0
n	56	51	42	57	49	50	52	30	34	20

Tab. 4: Vitamin A (IE/100 ml) im Blutplasma während Spätgravidität, Geburt und Puerperium.

Intervall	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tage	-70	-50	-33	-18	-7	-3	-2	-1	0	+1
$\bar{x}$	61.6	63.3	61.1	62.8	63.0	61.7	63.7	72.6	77.9	65.0
s	4.8	5.4	4.9	4.7	8.4	3.4	8.8	9.4	9.9	7.9
$s_{\bar{x}}$	0.8	0.8	0.7	0.7	1.5	0.9	3.1	2.3	1.6	1.2
min	51.0	51.0	50.0	52.0	49.0	57.0	47.0	60.0	57.0	45.0
max	73.0	84.0	70.0	73.0	99.0	67.0	78.0	99.0	99.0	82.0
n	37	51	44	49	30	15	8	16	39	46

Intervall	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tage	+2	+4	+7	+14	+22	+30	+42	+53	+65	+85
$\bar{x}$	60.1	58.7	56.5	56.5	58.0	58.2	59.9	59.6	60.9	58.6
s	5.9	8.2	7.7	6.4	6.8	7.4	4.9	5.6	6.3	4.8
$s_{\bar{x}}$	0.8	1.1	1.2	0.9	1.0	1.0	0.7	1.1	1.1	1.1
min	47.0	39.0	40.0	36.0	39.0	40.0	49.0	47.0	47.0	51.0
max	72.0	97.0	83.0	69.0	72.0	73.0	70.0	72.0	73.0	73.0
n	58	53	43	57	49	50	56	28	35	20

Tab. 5: Blutglukose (mg/100 ml) im Blutserum während Spätgravidität, Geburt und Puerperium.

Intervall	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tage	-70	-50	-33	-18	-7	-3	-2	-1	0	+1
$\bar{x}$	152.9	135.5	127.1	123.2	121.6	105.9	112.5	106.2	105.4	99.0
s	32.7	25.4	25.2	27.5	21.4	15.2	24.9	19.0	23.6	18.4
$s_{\bar{x}}$	5.2	3.6	3.8	3.9	3.9	3.8	8.8	4.6	3.8	2.7
min	91.0	87.0	78.0	59.0	87.0	75.0	82.0	71.0	64.0	67.0
max	215.0	203.0	186.0	214.0	159.0	136.0	147.0	147.0	164.0	142.0
n	40	51	44	49	30	16	8	17	39	46

Intervall	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tage	+2	+4	+7	+14	+22	+30	+42	+53	+65	+85
$\bar{x}$	104.0	108.4	118.0	143.6	164.8	177.0	207.4	195.2	204.8	204.6
s	19.6	19.2	22.0	27.5	34.9	30.4	35.2	35.5	37.7	31.6
$s_{\bar{x}}$	2.5	2.7	3.3	3.6	5.0	4.2	4.7	6.5	6.6	6.9
min	66.0	69.0	64.0	83.0	107.0	124.0	137.0	131.0	130.0	142.0
max	147.0	151.0	163.0	212.0	271.0	261.0	287.0	282.0	281.0	276.0
n	60	52	45	57	48	52	57	30	33	21

Tab. 6: Gesamtcholesterin (mg/100 ml) im Blutserum während Spätgravidität, Geburt und Puerperium.

Gruppe A, N = 20, Milchleistung* = 22.7 ± 2.6 kg										
Intervall	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tage	+2	+4	+7	+14	+22	+30	+42	+53	+65	+85
$\bar{x}$	102.2	105.8	113.8	149.6	176.8	187.2	218.9	204.7	219.2	212.9
s	22.9	20.4	22.4	29.3	33.8	35.9	42.8	41.3	43.1	33.9
$s_{\bar{x}}$	5.1	5.0	5.6	6.4	8.2	8.5	8.9	13.8	11.5	12.8
min	69.0	73.0	79.0	99.0	119.0	124.0	137.0	131.0	135.0	142.0
max	147.0	151.0	163.0	212.0	239.0	261.0	287.0	262.0	281.0	241.0
n	20	17	16	21	17	18	23	9	14	7

Gruppe B, N = 20, Milchleistung* = 13.3 ± 3.0 kg										
Intervall	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tage	+2	+4	+7	+14	+22	+30	+42	+53	+65	+85
$\bar{x}$	106.7	109.1	117.5	132.1	149.7	167.5	193.2	182.6	187.3	186.0
s	18.4	19.0	24.2	23.8	39.4	27.2	31.5	29.2	29.3	17.5
$s_{\bar{x}}$	4.1	4.2	6.0	5.3	9.3	6.1	7.2	7.8	8.1	6.2
min	72.0	73.0	64.0	83.0	107.0	132.0	151.0	144.0	130.0	160.0
max	143.0	142.0	155.0	187.0	271.0	219.0	239.0	235.0	228.0	208.0
n	20	20	16	20	18	20	19	14	13	8

* Durchschnitt der ersten drei Kontrollwägungen

Tab. 7: Puerperaler Gesamtcholesterinverlauf im Blutserum bei zwei Milchleistungsgruppen.

Intervall	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tage	-70	-50	-33	-18	-7	-3	-2	-1	0	+1
$\bar{x}$	30.3	29.1	28.3	30.4	31.6	32.6	31.2	31.6	36.5	40.0
s	4.9	4.4	4.4	4.5	5.3	5.6	6.7	5.6	11.7	10.4
$s_{\bar{x}}$	0.8	0.6	0.7	0.6	1.0	1.4	2.4	1.4	1.9	1.5
min	20.2	19.6	19.1	23.1	22.1	24.6	24.6	23.5	22.8	28.7
max	41.9	39.7	39.3	41.9	42.7	44.9	44.1	43.4	79.4	79.4
n	40	51	44	49	30	16	8	17	39	45

Intervall	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tage	+2	+4	+7	+14	+22	+30	+42	+53	+65	+85
$\bar{x}$	41.8	42.9	41.8	43.0	39.1	38.0	37.3	39.9	42.1	42.4
s	12.1	12.4	8.5	11.7	9.1	8.0	8.5	11.3	12.4	10.7
$s_{\bar{x}}$	1.6	1.7	1.3	1.6	1.3	1.1	1.1	2.1	2.2	2.4
min	24.6	28.4	27.5	23.5	23.5	20.2	19.1	22.8	24.6	21.6
max	82.4	94.1	65.5	82.8	69.9	61.8	69.1	79.9	89.0	64.3
n	60	51	45	57	47	52	57	29	32	20

Tab. 8: Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (U/l) im Blutserum während Spätgravidität, Geburt und Puerperium.

Intervall	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tage	-70	-50	-33	-18	-7	-3	-2	-1	0	+1
$\bar{x}$	912.3	858.6	832.2	892.0	935.0	959.7	946.2	976.7	1071.9	1092.8
s	169.5	149.3	140.6	178.7	179.1	168.6	226.7	169.7	262.9	240.7
$s_{\bar{x}}$	27.1	20.9	21.2	25.5	32.7	42.1	80.1	41.2	42.1	35.5
min	491.0	584.0	621.0	528.0	398.0	584.0	621.0	676.0	584.0	676.0
max	1232.0	1204.0	1204.0	1297.0	1232.0	1232.0	1390.0	1269.0	1853.0	1788.0
n	39	51	44	49	30	16	8	17	39	46

Intervall	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tage	+2	+4	+7	+14	+22	+30	+42	+53	+65	+85
$\bar{x}$	1131.2	1120.6	1156.3	1188.1	1160.1	1091.2	1067.1	1108.2	1131.8	1299.6
s	267.3	264.4	216.7	243.4	263.9	260.7	226.2	207.0	261.5	355.1
$s_{\bar{x}}$	34.5	36.7	32.3	32.2	38.1	36.2	30.0	37.8	45.6	77.5
min	584.0	649.0	676.0	676.0	491.0	556.0	621.0	834.0	556.0	834.0
max	1918.0	1918.0	1603.0	1825.0	1603.0	1825.0	1668.0	1482.0	1973.0	2131.0
n	60	52	45	57	48	52	57	30	33	21

Tab. 9: Lactat-Dehydrogenase (U/l) im Blutserum während Spätgravidität, Geburt und Puerperium.

Intervall	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tage	-70	-50	-33	-18	-7	-3	-2	-1	0	+1
$\bar{x}$	2.95	2.87	2.83	2.76	2.89	2.84	3.15	2.98	3.35	3.50
s	0.34	0.26	0.28	0.29	0.33	0.38	0.47	0.37	0.48	0.51
$s_{\bar{x}}$	0.05	0.04	0.04	0.04	0.06	0.09	0.17	0.09	0.08	0.07
min	2.50	2.40	2.30	2.10	2.30	2.20	2.60	2.30	2.00	2.50
max	3.80	3.60	3.60	3.60	3.50	3.90	4.20	3.90	4.30	4.50
n	40	51	44	49	30	16	8	17	39	46

Intervall	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tage	+2	+4	+7	+14	+22	+30	+42	+53	+65	+85
$\bar{x}$	3.32	2.75	2.78	3.01	3.03	2.98	2.88	2.78	2.86	2.77
s	0.66	0.40	0.35	0.33	0.36	0.32	0.36	0.27	0.36	0.28
$s_{\bar{x}}$	0.09	0.06	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05	0.05	0.06	0.06
min	1.90	2.10	2.20	2.50	2.10	2.50	2.20	2.50	2.20	2.40
max	4.60	3.80	3.90	3.80	4.10	3.80	3.80	3.60	3.80	3.30
n	60	52	45	57	48	52	57	30	33	21

Tab. 10: Magnesium (mg/100 ml) im Blutserum während Spätgravidität, Geburt und Puerperium.

Intervall	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tage	-70	-50	-33	-18	-7	-3	-2	-1	0	+1
$\bar{x}$	9.80	9.79	9.61	9.71	9.75	9.74	9.55	9.25	8.80	7.98
s	0.71	0.61	0.65	0.72	0.61	0.85	0.66	0.43	1.19	1.21
$s_{\bar{x}}$	0.11	0.08	0.10	0.10	0.11	0.21	0.23	0.10	0.19	0.18
min	8.00	8.20	7.50	6.10	8.20	7.00	8.20	8.40	5.40	5.20
max	11.80	10.90	10.90	11.40	10.80	10.70	10.30	10.00	12.10	10.80
n	40	51	44	49	30	16	8	17	39	46

Intervall	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tage	+2	+4	+7	+14	+22	+30	+42	+53	+65	+85
$\bar{x}$	8.46	9.50	9.80	9.98	9.91	9.86	9.92	9.88	10.03	10.16
s	1.35	0.92	0.69	0.60	0.83	0.61	0.56	0.87	0.55	0.57
$s_{\bar{x}}$	0.17	0.13	0.10	0.08	0.12	0.08	0.07	0.16	0.09	0.12
min	5.10	6.40	8.20	8.30	7.50	8.50	8.60	8.10	9.10	8.50
max	12.00	12.20	11.20	11.70	12.00	11.30	11.10	12.10	11.30	10.80
n	60	52	45	57	48	52	57	30	33	21

Tab. 11: Kalzium (mg/100 ml) im Blutserum während Spätgravidität, Geburt und Puerperium.

Intervall	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tage	-70	-50	-33	-18	-7	-3	-2	-1	0	+1
$\bar{x}$	5.38	5.52	5.45	5.35	5.67	5.29	5.37	5.15	4.26	4.29
s	0.72	0.87	0.93	0.94	0.81	0.88	1.11	0.86	1.21	1.39
$s_{\bar{x}}$	0.11	0.12	0.14	0.13	0.15	0.22	0.39	0.21	0.19	0.21
min	4.00	3.80	3.70	3.00	4.00	3.90	4.00	4.00	1.50	1.30
max	6.90	8.00	7.60	8.20	7.10	6.70	7.60	7.60	7.30	7.60
n	40	51	44	49	30	16	8	17	39	46

Intervall	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Tage	+2	+4	+7	+14	+22	+30	+42	+53	+65	+85
$\bar{x}$	4.55	5.31	4.94	5.23	5.28	5.41	5.18	5.43	5.04	4.53
s	1.11	1.12	0.90	1.00	0.93	0.98	1.09	1.22	1.26	1.27
$s_{\bar{x}}$	0.14	0.15	0.13	0.13	0.13	0.14	0.14	0.22	0.22	0.28
min	2.60	2.90	1.90	2.50	3.40	2.90	2.80	3.30	2.20	1.80
max	8.20	7.80	6.90	8.30	6.90	7.80	8.70	8.60	7.10	6.50
n	60	52	45	57	48	52	57	30	33	21

Tab. 12: Anorganisches Phosphat (mg/100 ml) im Blutserum während Spätgravidität, Geburt und Puerperium.

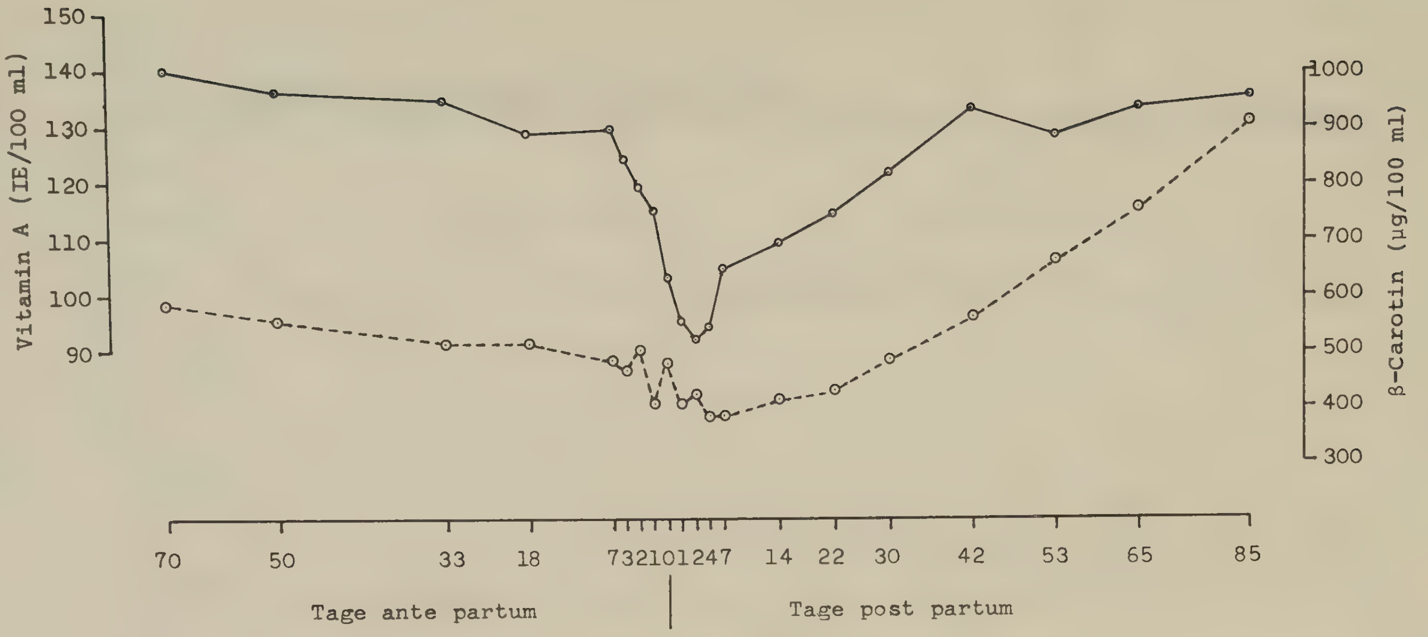


Abb. 4: β-Carotin (o---o) und Vitamin A (o——o) im Blutplasma während Spätgravidität, Geburt und Puerperium. Die einzelnen Punkte stellen Mittelwerte der entsprechenden Zeitintervalle dar.

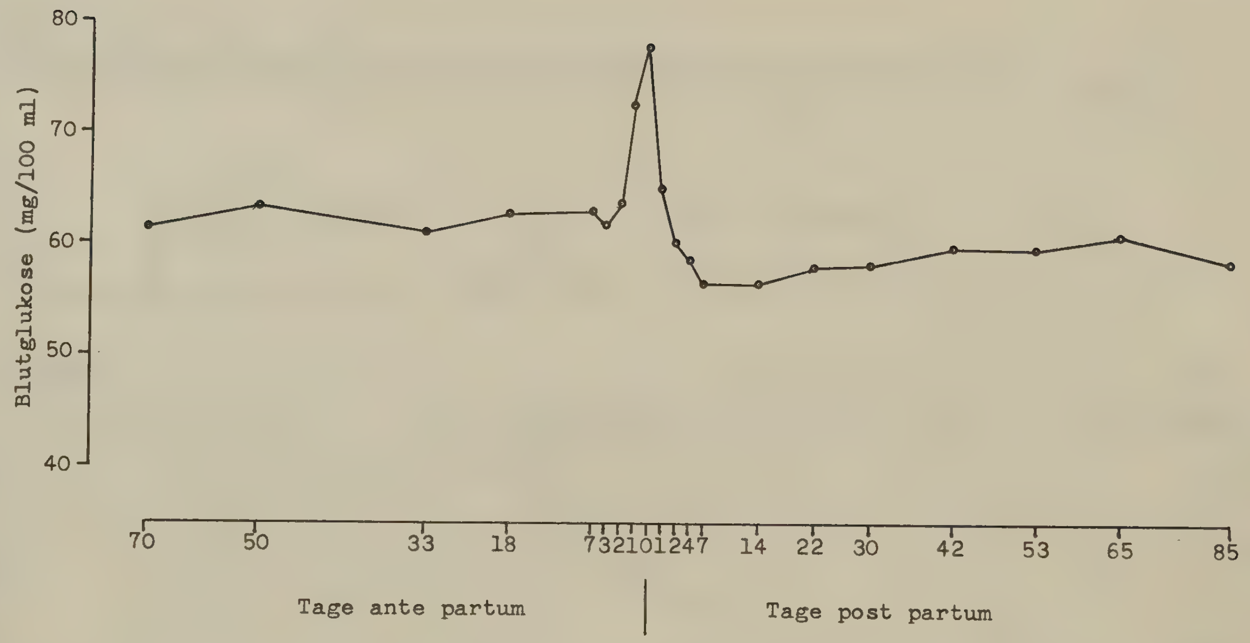


Abb. 5: Glukose im Blutserum während Spätgravidität, Geburt und Puerperium. Die einzelnen Punkte stellen Mittelwerte der entsprechenden Zeitintervalle dar.

Abb. 6: Gesamtcholesterin im Blutserum während Spätgravidität, Geburt und Puerperium. Die einzelnen Punkte stellen Mittelwerte der entsprechenden Zeitintervalle dar.

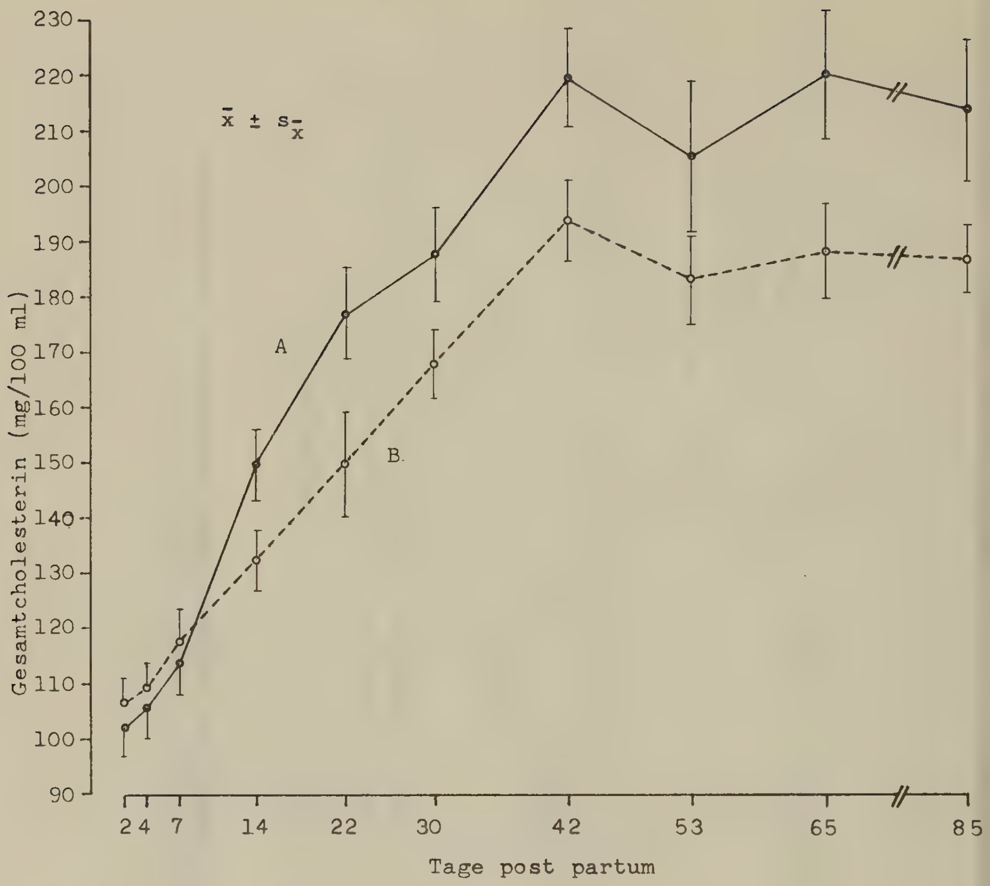


Abb. 7: Puerperaler Gesamtcholesterinverlauf bei zwei Milchleistungsgruppen (A o——o, N = 20, Milchleistung* = 22.7 ± 2.6 kg; B o---o, N = 20, Milchleistung* = 13.3 ± 3.0 kg).

* Durchschnitt der ersten drei Kontrollwägungen.

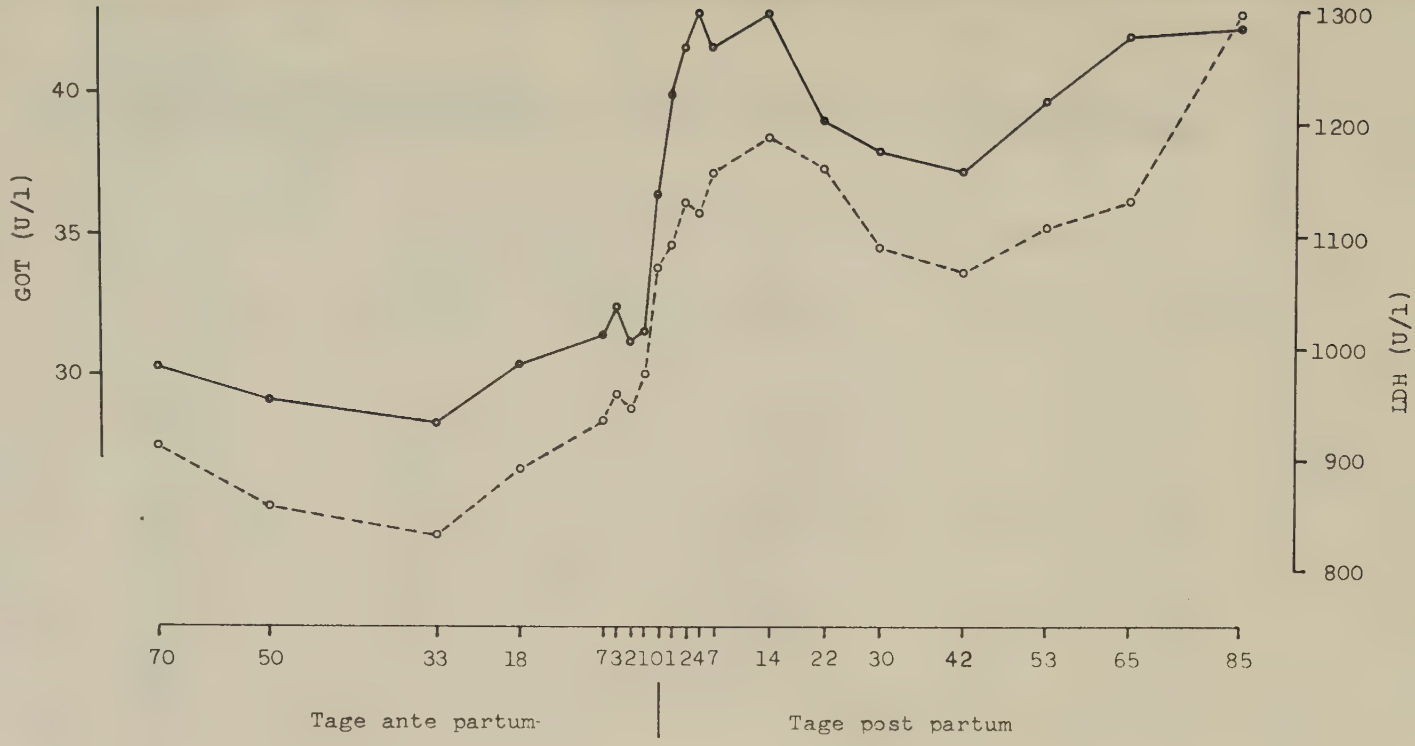


Abb. 8: Aktivitäten der GOT (o——o) und der LDH (o---o) im Blutserum während Spätgravidität, Geburt und Puerperium. Die einzelnen Punkte stellen Mittelwerte der entsprechenden Zeitintervalle dar.

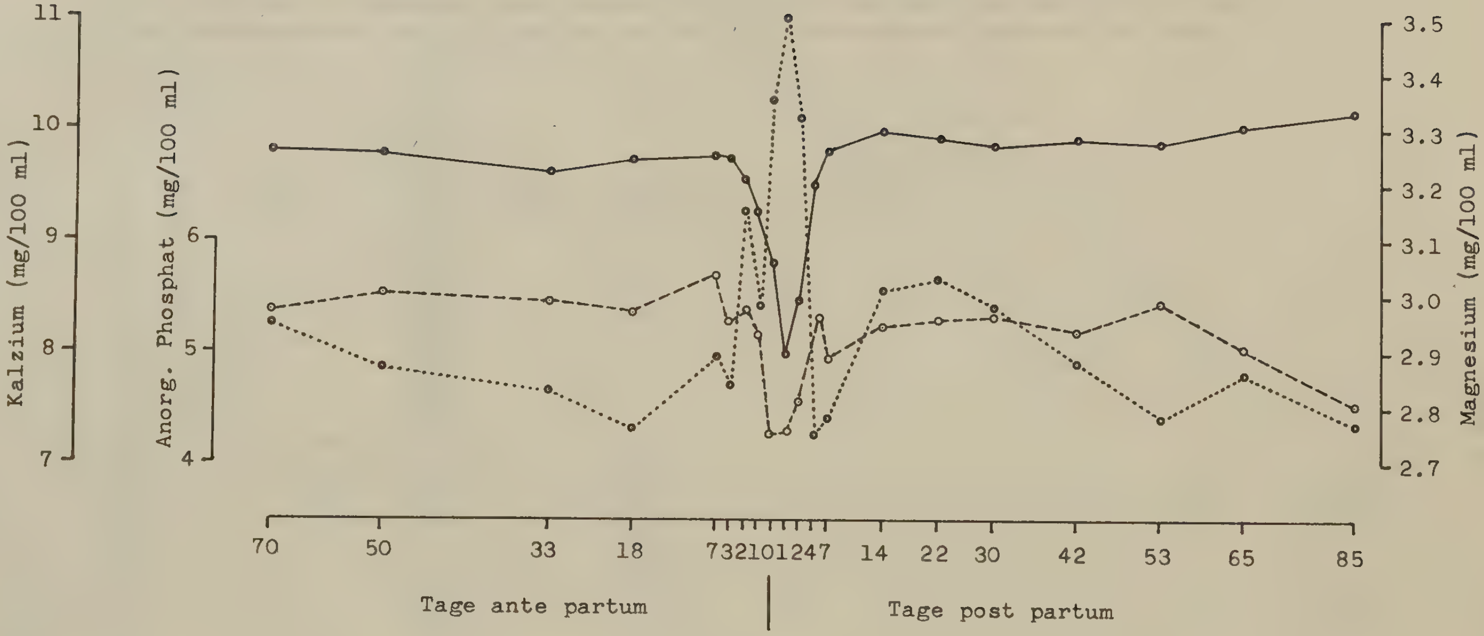


Abb. 9: Kalzium (o——o), anorganisches Phosphat (o---o) und Magnesium (o······o) im Blutserum während Spätgravidität, Geburt und Puerperium. Die einzelnen Punkte stellen Mittelwerte der entsprechenden Zeitintervalle dar.

4.3. Zusammenhänge zwischen einzelnen Variablen

Zur Ermittlung allfälliger Zusammenhänge zwischen den untersuchten Blutparametern wurde die Untersuchungsdauer in folgende drei Zeitabschnitte unterteilt:

- Spätgravidität: Versuchsbeginn rund zweieinhalb Monate ante partum bis 5. Tag vor der Geburt.
- Geburt: 4. Tag vor bis 6. Tag nach der Geburt.
- Puerperium: 7. Tag bis Versuchsende ca. drei Monate post partum.

Die signifikanten Korrelationskoeffizienten ($p < 0.01$) sind in Tabelle 13 aufgeführt.

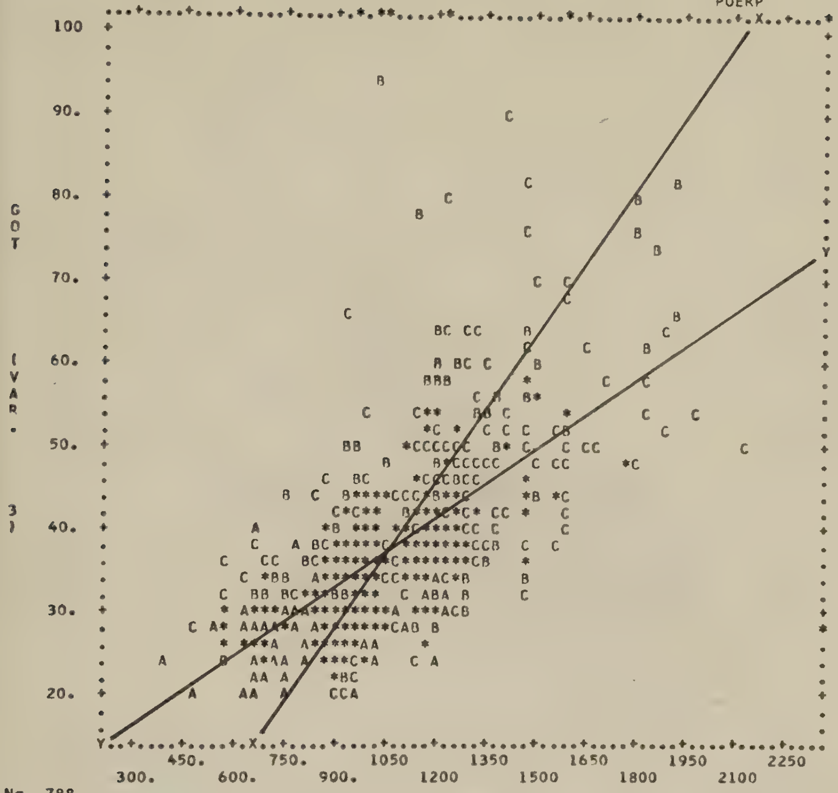
	Variablen	Korrelationskoeffizient
Spätgravidität	GOT - LDH	r = 0.468
	β -Carotin - Gesamtcholesterin	r = 0.368
	Progesteron - Gesamtcholesterin	r = 0.310
Geburt	GOT - LDH	r = 0.685
	β -Carotin - Gesamtcholesterin	r = 0.560
	β -Carotin - Vitamin A	r = 0.302
	Kalzium - Magnesium	r = -0.608
	Kalzium - anorg. Phosphat	r = 0.406
	Magnesium - anorg. Phosphat	r = -0.334
Puerperium	GOT - LDH	r = 0.605
	β -Carotin - Gesamtcholesterin	r = 0.496
	β -Carotin - Vitamin A	r = 0.407
	Vitamin A - Gesamtcholesterin	r = 0.472
	Progesteron - Gesamtcholesterin	r = 0.338

Tab. 13: Signifikante Korrelationen ($p < 0.01$) zwischen verschiedenen Variablen.

Zwischen den Variablen GOT und LDH sowie zwischen β -Carotin und Gesamtcholesterin bestanden in allen drei Zeitabschnitten signifikante Korrelationen. Die zugehörigen Korrelationstabellen für die gesamte Untersuchungszeit sind in den Abbildungen 10 und

11 dargestellt. Zwischen β-Carotin und Vitamin A bestanden während Geburt und Puerperium, zwischen Progesteron und Gesamtcholesterin während Spätgravidität und Puerperium und zwischen den Variablen Vitamin A und Gesamtcholesterin nur im Puerperium signifikante Zusammenhänge. Zwischen den Mineralien Magnesium, Kalzium und anorganisches Phosphat ergaben sich nur in der geburtsnahen Zeit signifikante Korrelationskoeffizienten. Abbildung 12 zeigt den Zusammenhang zwischen Magnesium und Kalzium.

PLOT OF VARIABLE 4 LDH AND VARIABLE 3 GOT FOR GROUP GRAV
GEB
PUERP

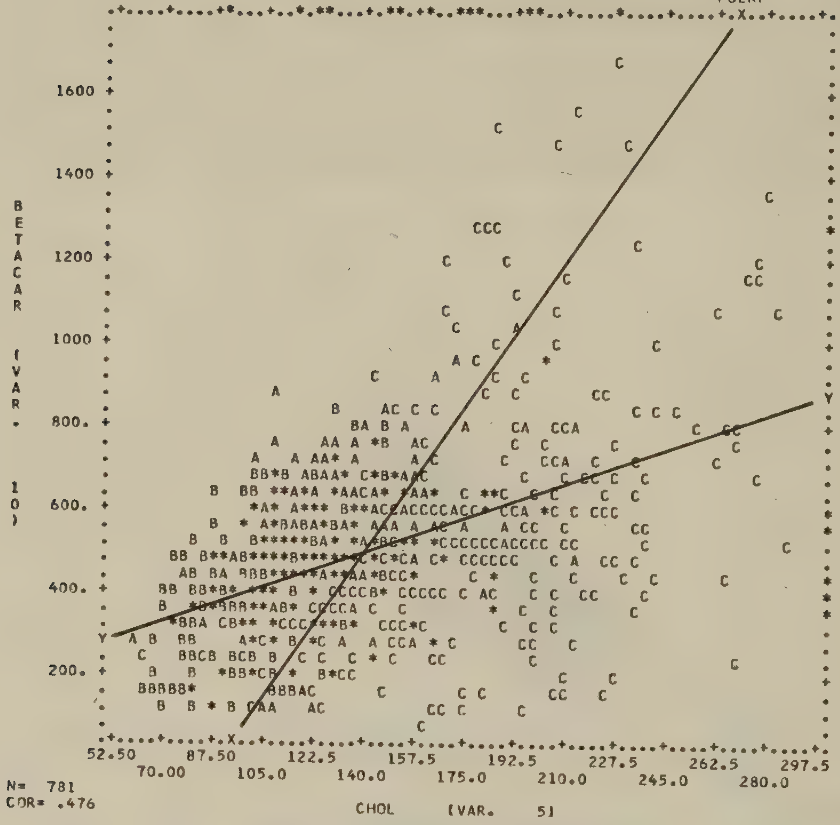


N= 788
COR= .685

	MEAN	ST.DEV.	REGRESSION LINE	RES.MS.
X	1052.6	256.22	X= 16.837*Y+ 428.79	34913.
Y	37.050	10.420	Y= .02785*X+ 7.7375	57.746

Abb. 10: Korrelation zwischen den Variablen GOT und LDH während der gesamten Versuchszeit. A = Spätgravidität, B = geburtsnahe Zeit, C = Puerperium.

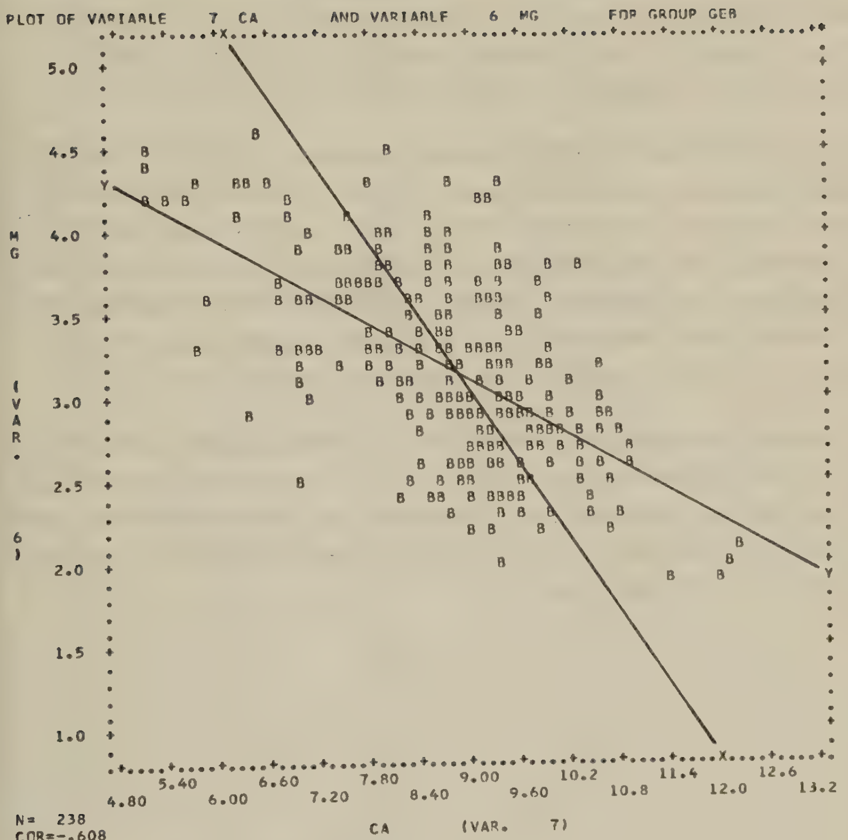
PLOT OF VARIABLE 5 CHOL AND VARIABLE 10 BETACAR FOR GROUP GRAV
GEB
PUERP



N= 781
COR= .476

	MEAN	ST.DEV.	REGRESSION LINE	RES.MS.
X	141.35	45.200	X= .09880*Y+ 91.826	1582.4
Y	501.24	217.71	Y= 2.2922*X+ 177.24	36711.

Abb. 11: Korrelation zwischen den Variablen β-Carotin und Gesamtcholesterin während der gesamten Versuchszeit. A = Spätgravidität, B = geburtsnahe Zeit, C = Puerperium.



N= 238
COR=-.608

	MEAN	ST.DEV.	REGRESSION LINE	RES.MS.
X	8.8289	1.2550	X=-1.3153*Y+ 13.003	.99687
Y	3.1735	.58013	Y=-.28108*X+ 5.6551	.21302

Abb. 12: Korrelation zwischen Magnesium und Kalzium während der geburtsnahen Zeit.

4.4. GOT-, LDH- und Gesamtcholesterinbestimmung als Vorsorgeuntersuchung in der Spätgravidität

GOT-, LDH- sowie Gesamtcholesterinwerte in der Gruppe mit normalem (Gruppe N) und gestörtem Geburtsverlauf oder Frühpuerperium (Gruppe G) wurden sowohl ungefähr 8 als auch 3 Wochen vor der Geburt miteinander verglichen (Tab. 14 und 15).

Bezüglich GOT- und LDH-Aktivitäten bestehen innerhalb und auch zwischen den beiden Gruppen weder 8 noch 3 Wochen vor der Geburt signifikante Unterschiede. In der Gruppe G sind die GOT- und LDH-Aktivitäten 8 Wochen ante partum um etwas weniger als 10% gegenüber der Gruppe N erhöht, während 3 Wochen ante partum die GOT-Aktivität der Gruppe G um ca. 5% erhöht, die LDH-Aktivität um ca. 5% erniedrigt ist gegenüber der Gruppe N.

Die Gesamtcholesterinkonzentration der Gruppe G ist 8 Wochen ante partum gegenüber der Gruppe N nicht signifikant erhöht. Als einzige der untersuchten Variablen ist das Gesamtcholesterin 3 Wochen vor der Geburt in der Gruppe G signifikant um ca. 20% gegenüber der Gruppe N erhöht.

	GEBURT NORMAL						GEBURT GESTOERT						Unterschied
	$\bar{x}$	s	$s_{\bar{x}}$	min	max	n	$\bar{x}$	s	$s_{\bar{x}}$	min	max	n	
GOT (U/l)	28.6	4.7	0.7	19.6	39.7	36	31.3	4.2	1.0	24.6	36.8	17	n.s.
LDH (U/l)	840.7	147.1	24.5	584.0	1204.0	36	901.0	183.1	44.4	621.0	1231.0	17	n.s.
Gesamtcholesterin (mg/100 ml)	133.6	26.5	4.4	87.0	203.0	36	143.6	27.6	6.7	102.0	203.0	17	n.s.

Tab. 14: Vergleich der Aktivitäten der GOT und LDH und der Gesamtcholesterinkonzentration im Blutserum von Kühen und Rindern mit normalem und gestörtem Geburtsverlauf und Frühpuerperium, ca. 8 Wochen vor der Geburt.

	GEBURT NORMAL						GEBURT GESTOERT						Unterschied
	$\bar{x}$	s	$s_{\bar{x}}$	min	max	n	$\bar{x}$	s	$s_{\bar{x}}$	min	max	n	
GOT (U/l)	29.6	4.3	0.7	22.1	41.9	35	30.9	5.2	1.2	23.1	41.9	18	n.s.
LDH (U/l)	899.5	182.0	30.8	528.0	1297.0	35	863.3	193.4	45.6	398.0	1140.0	18	n.s.
Gesamtcholesterin (mg/100 ml)	115.8	23.6	4.0	59.0	166.0	35	137.7	29.0	6.8	107.0	214.0	18	s.*

* $P < 0.05$

Tab. 15: Vergleich der Aktivitäten der GOT und LDH und der Gesamtcholesterinkonzentration im Blutserum von Kühen und Rindern mit normalem und gestörtem Geburtsverlauf und Frühpuerperium, ca. 3 Wochen vor der Geburt.

4.5. Hormonanalytische Befunde und Fruchtbarkeitsgeschehen im Puerperium

4.5.1. Progesteronverlauf während Spätgravidität, Geburt und Frühpuerperium

Das Progesteronprofil wurde nur bis zum Frühpuerperium erstellt, da im Spät- und Nachpuerperium die Mittelwertbestimmung wegen der individuell zu verschiedenen Zeiten einsetzenden Ovartätigkeit wenig aussagekräftig ist.
Die Progesteronkonzentrationen für die einzelnen Zeitintervalle sind in Abbildung 14 graphisch und in Tabelle 16 tabellarisch dargestellt. Vom Versuchsbeginn rund zweieinhalb Monate ante partum bis zwei Tage vor der Geburt besteht eine schwach abfallende Tendenz der Progesteronkurve, während ein deutlicher Abfall erst in den letzten 48 Stunden ante partum sichtbar wird. In der Spätgravidität bis zum 3. Tag ante partum bewegen sich die durchschnittlichen Progesteronkonzentrationen der einzelnen Zeitintervalle zwischen 3 und 6 ng/ml. In den letzten 2 Trächtigkeitstagen erfolgt ein Abfall von ungefähr 2.5 ng auf weniger als 0.5 ng/ml am Abkalbetag. Im Frühpuerperium bleiben die Durchschnittswerte unter 0.3 ng/ml, wobei der tiefste Wert von 0.21 ng 2 Tage nach der Geburt erreicht wird. In Abbildung 15 sind die vorgeburtlichen Progesteronprofile von 12 zufällig ausgewählten Versuchstieren dargestellt. Dabei wird die grosse Variabilität zwischen den individuell verschiedenen Verlaufskurven deutlich sichtbar.

4.5.2. Zusammenhang zwischen Progesteronspiegel und Geburtsverlauf

5 Versuchstiere zeigten schon 10 Tage vor dem Geburtstermin stark eingefallene Beckenbänder. 2 Tiere zeigten bis zu 4 Tagen vor der Geburt hohe Progesteronkonzentrationen, während die übrigen 3 Tiere unter dem Durchschnittswert lagen (Abb. 13).

Diese wenigen Fälle zeigen lediglich, dass trotz der frühzeitig eingefallenen Beckenbänder der Progesteronverlauf nicht von der Norm abweicht.

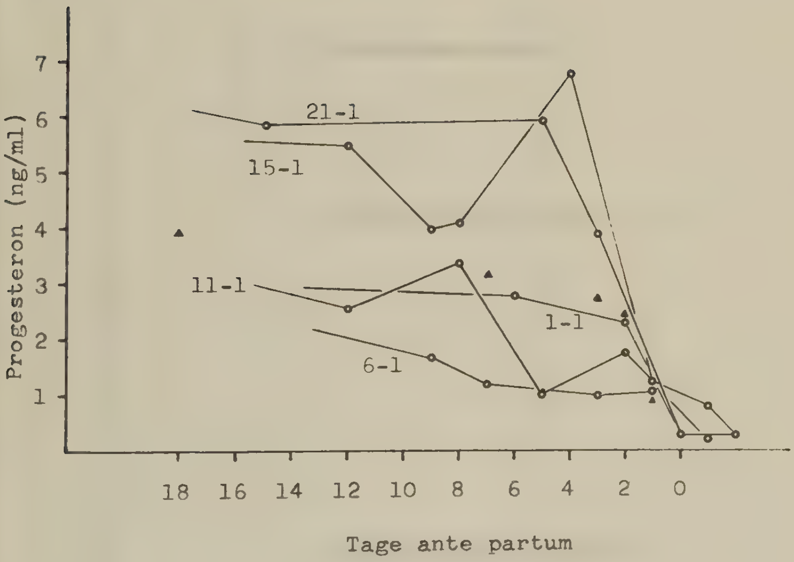


Abb. 13: Progesteronspiegel vor der Geburt bei 5 Versuchstieren mit eingefallenen Beckenbändern 10 Tage ante partum.
▲= Mittelwerte aller Versuchstiere in den entsprechenden Zeitintervallen.

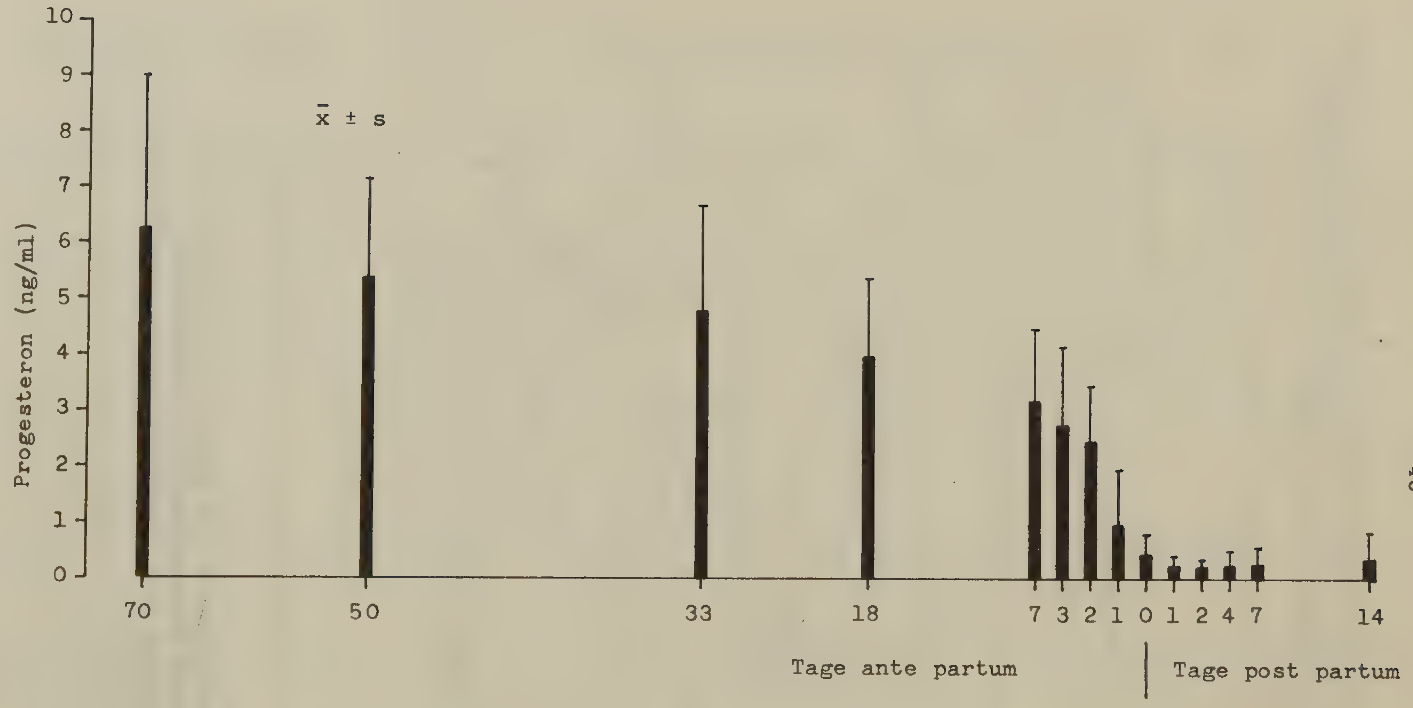


Abb. 14: Progesteron (ng/ml) im Blutplasma während Spätgravidität, Geburt und Frühpuerperium.

Intervall	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Tage	-70	-50	-33	-18	-7	-3	-2	-1	0	+1	+2	+4	+7	+14
$\bar{x}$	6.25	5.35	4.78	3.95	3.19	2.76	2.45	0.96	0.43	0.23	0.21	0.24	0.28	0.36
s	2.74	1.81	1.87	1.39	1.30	1.39	1.01	0.99	0.37	0.18	0.12	0.27	0.28	0.46
$s_{\bar{x}}$	0.53	0.27	0.28	0.20	0.24	0.35	0.36	0.24	0.06	0.03	0.02	0.04	0.04	0.06
min*	2.90	2.50	2.60	1.50	1.00	1.00	0.70	0.30	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
max	12.80	11.30	12.10	7.40	6.00	6.80	3.80	4.10	1.60	1.00	0.60	1.40	1.40	2.30
n	27	46	43	48	29	16	8	17	39	44	56	51	44	52

* Progesteronkonzentrationen, die kleiner sind als die untere Empfindlichkeitsgrenze des Bestimmungsverfahrens von 0.1 ng/ml, sind mit 0.05 ng/ml bezeichnet.

Tab. 16: Progesteron (ng/ml) im Blutplasma während Spätgravidität, Geburt und Frühpuerperium.

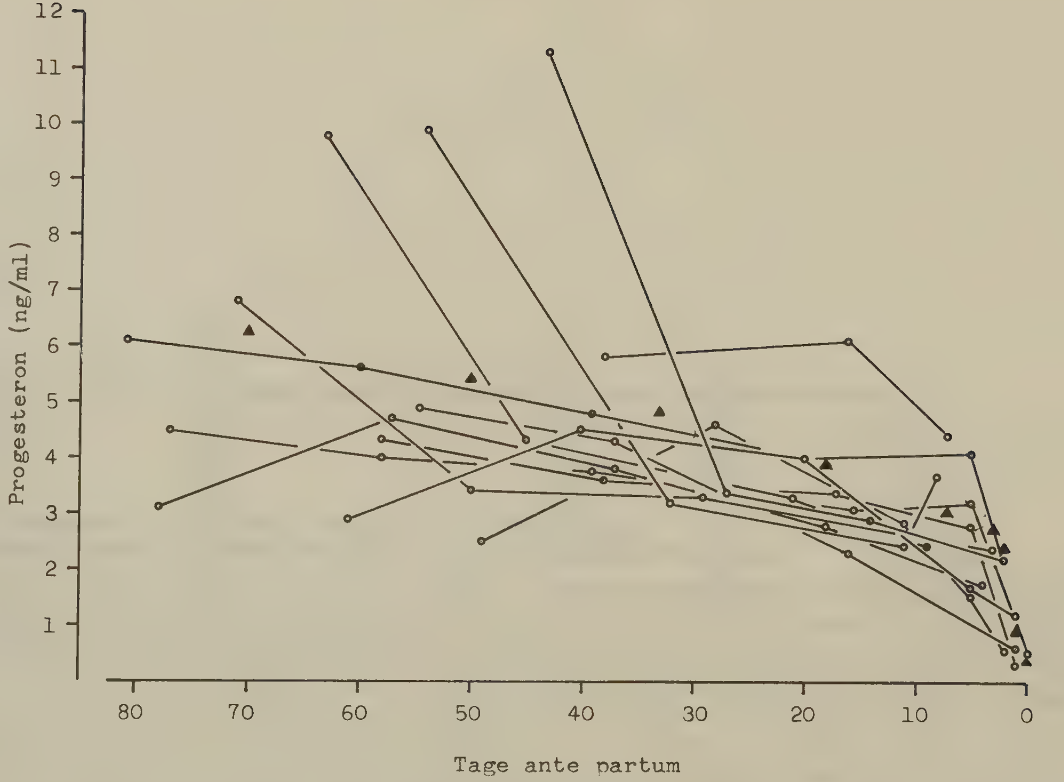


Abb. 15: Progesteronverlaufskurven 12 verschiedener Versuchstiere in der Spätgravidität.
▲ = Mittelwerte aller Versuchstiere in den entsprechenden Zeitintervallen.

4.5.3. Intervall zwischen Geburt und erster Brunst im Puerperium

Das Auftreten der ersten Brunst post partum wurde retrospektiv anhand des Progesteronprofils festgestellt. Zu diesem Zweck wurde das Puerperium in Wochen eingeteilt und der errechnete Zeitpunkt der ersten Brunst der entsprechenden Woche zugeordnet. In Abbildung 16 ist die Brunstbestimmung bei 5 verschiedenen Kühen dargestellt. Die Dauer des postpartalen Intervalls bis zur ersten Brunst lag bei durchschnittlich 30.1 ± 14 Tagen mit einem Minimum von 11 und einem Maximum von 80 Tagen (Tab. 17). Tiere mit normalem Geburtsverlauf wurden im Durchschnitt nach 28.9 ± 15 Tagen, diejenigen mit gestörter peripartaler Phase nach 32.8 ± 12 Tagen zum erstenmal brünstig. Der Unterschied zwischen beiden Tiergruppen von rund 4 Tagen ist nicht signifikant. Bei 17 Versuchstieren (31.5%) war die erste Brunst von deutlichen Brunstsymptomen begleitet (Abb. 17). 37 Tiere zeigten keine erkennbare erste Brunst, sei es, dass sie übersehen wurde, oder dass es sich um eine stille Brunst handelte.

4.5.4. Intervall zwischen Geburt und erster beobachteter Brunst im Puerperium

Bis zur ersten klinisch deutlich erkennbaren Brunst im Puerperium verstrichen durchschnittlich 51.4 ± 21.2 Tage. Der Unterschied zwischen den Gruppen mit normalem und gestörtem Geburtsverlauf und Frühpuerperium betrug 5 Tage (Tab. 17) und war nicht signifikant.

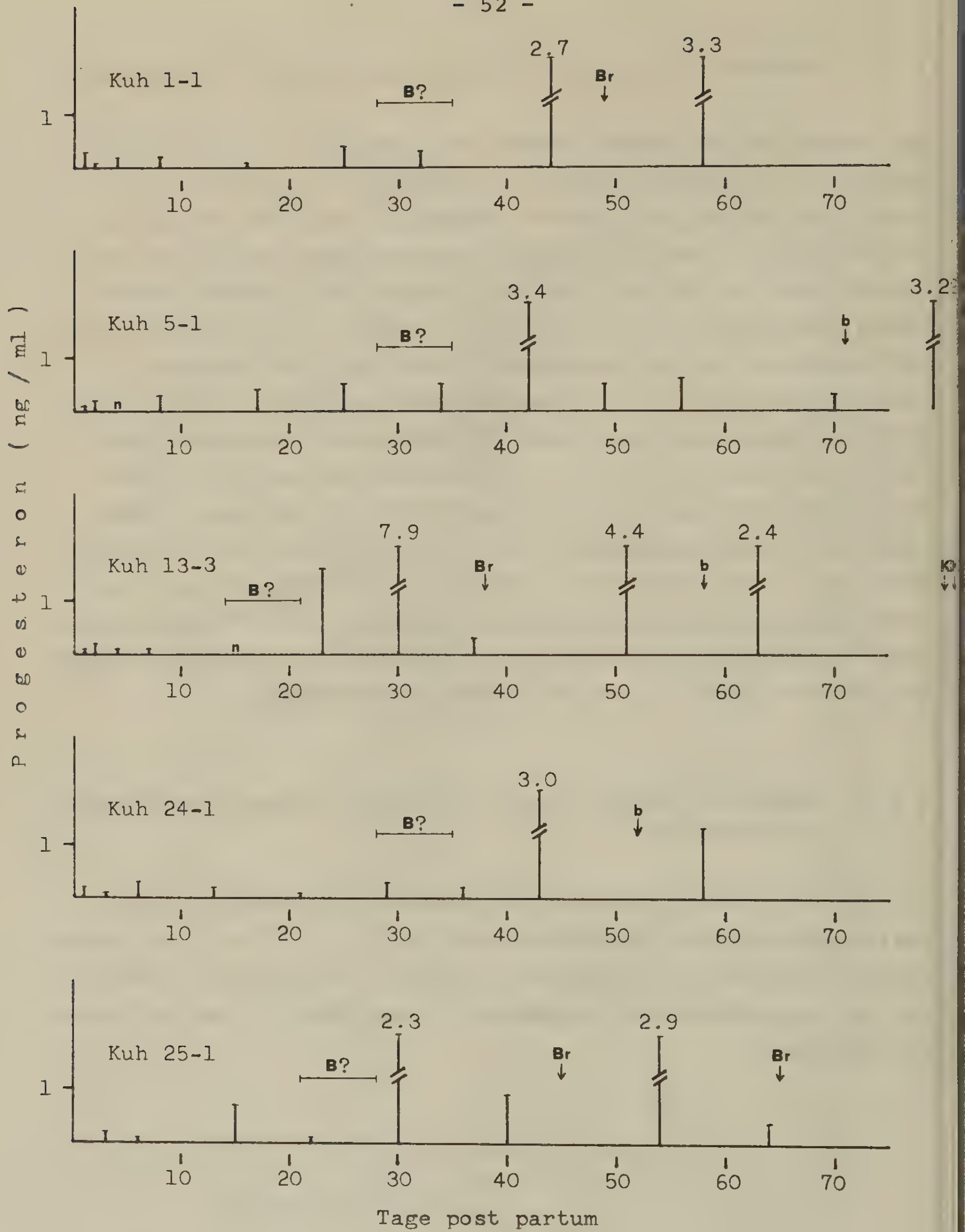


Abb. 16: Bestimmung der ersten postpartalen Brunst anhand des Progesteronprofils bei 5 verschiedenen Kühen. B? = stille oder übersehene Brunst, Br = deutlich erkennbare Brunst, K = Brunst mit Konzeption, b = erfolglos besamt, n = Progesteronwert nicht messbar, d.h. < 0.1 ng/ml.

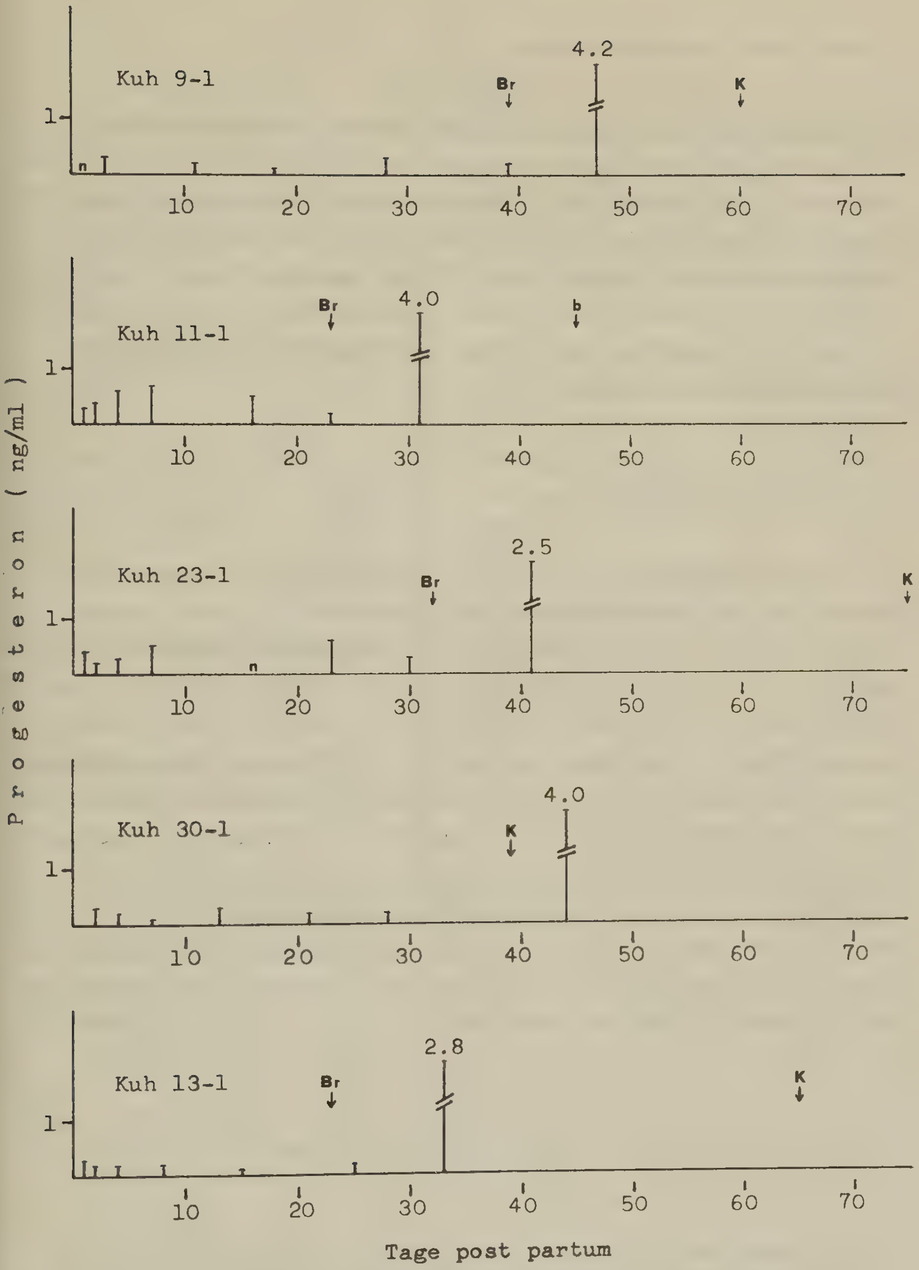


Abb. 17: Postpartale Progesteronprofile von 5 verschiedenen Kühen mit deutlich erkennbarer erster Brunst. Br = deutlich erkennbare Brunst, K = Brunst mit Konzeption, b = erfolglos besamt, n = Progesteronwert nicht messbar, d.h.< 0.1 ng/ml.

4.5.5. Rast- und Güstzeiten

Die Rastzeit betrug bei 48 Versuchstieren durchschnittlich 73 ± 18.4 Tage, die Güstzeit unter Berücksichtigung von 41 Tieren 80.5 ± 23.8 Tage (Tab. 17). Zwei nach 53 beziehungsweise 71 Tagen post partum erfolglos besamte Versuchstiere wurden aus organisatorischen Gründen erst in der nächsten Besamungsperiode wieder belegt. Obwohl beide Tiere konzipierten (Güstzeiten: 264 und 307 Tage), wurden sie zu den Versuchstieren ohne erneute Konzeption gezählt.

4.5.6. Besamungsergebnisse

Von den 55 Versuchstieren wurden 7 nicht wieder besamt und 7 weitere wurden wegen Akonzeption ausgemerzt. 41 sind erneut gravid geworden, wofür insgesamt 52 Besamungen notwendig waren. Das ergibt einen Konzeptionsindex von 1.27 (Tab. 18). 31 von 48 Erstbesamungen haben zu Konzeptionen geführt, was einer Erstkonzeptionsrate von 64.6% entspricht. Nach einer oder mehreren Besamungen wurden 41 von 48 besamten Versuchstieren gravid, was eine Konzeptionsrate von 85.4% ergibt. 40 von den 41 trächtig gewordenen Tieren haben im folgenden Jahr normal abgekalbt; eine Kuh abortierte 4 Monate post conceptionem.
Zwischen den Gruppen mit normalem und gestörtem Geburtsverlauf ergaben sich bezüglich der in Tabelle 18 berechneten Kriterien keine signifikanten Unterschiede.

		GEBURT NORMAL	GEBURT GESTOERT	TOTAL
Erste Brunst	$\bar{x}$	28.9	32.8	30.1
	s	15.0	12.5	14.3
	$s_{\bar{x}}$	2.43	3.12	1.95
	min	11	12	11
	max	80	60	80
	n	38	16	54
Erste beobachtete Brunst	$\bar{x}$	50.0	54.9	51.4
	s	20.0	24.2	21.2
	$s_{\bar{x}}$	3.29	6.24	2.93
	min	16	12	12
	max	104	99	104
	n	37	15	52
Rastzeit	$\bar{x}$	70.7	75.2	73.0
	s	18.2	19.3	18.4
	$s_{\bar{x}}$	3.08	5.35	2.66
	min	38	45	38
	max	107	102	107
	n	35	13	48
Güstzeit	$\bar{x}$	78.5	80.8	80.5
	s	25.1	19.2	23.8
	$s_{\bar{x}}$	4.58	5.79	3.72
	min	38	45	38
	max	149	119	149
	n	30	11	41

Tab. 17: Zeitintervall zwischen Geburt und erster Brunst, Geburt und erster beobachteter Brunst, sowie Rast- und Güstzeiten (Tage) bei Tieren mit normalem und gestörtem Geburtsverlauf.

	GEBURT NORMAL	GEBURT GESTOERT	TOTAL
Konzeptionsindex = Gesamtzahl Besamungen bei den graviden Tieren pro Anzahl gravide Tiere	1.30	1.18	1.27
Erstkonzeptionsrate = Anzahl gravide Tiere nach Erstbesamung pro Anzahl Erstbesamungen	62.8 %	69.2 %	64.6 %
Konzeptionsrate = Anzahl gravide Tiere pro Anzahl besamte Tiere	85.7 %	84.6 %	85.4 %
Abkalberate = Anzahl Geburten pro Anzahl belegte Tiere	84.8 %	80.0 %	83.3 %

Tab. 18: Konzeptionsindices, Konzeptionsraten und Abkalberaten.

4.5.7. Zyklusstörungen

5 Versuchstiere zeigten Zyklusstörungen innerhalb der Untersuchungszeit, d.h. vor dem Auftreten der ersten deutlich erkennbaren Brunst im Puerperium. Die postpartalen Progesteronprofile dieser Tiere sind in der Abbildung 18 dargestellt.
Bei der Kuh 31-1 wurde 72 Tage post partum eine Ovarzyste als dünnwandige Blase von ca. 3 cm Durchmesser palpiert. Der Eierstocksbefund war aber insofern nicht eindeutig, als ein gleichzeitig vorliegendes Corpus luteum nicht sicher ausgeschlossen werden konnte. Die Blutprogesteronkonzentration betrug 2.2 ng/ml, was entweder auf einen Gelbkörper oder auf luteinisierte Zystenwandbereiche schliessen lässt. 6 Tage nach manueller Sprengung der Zyste und einer einmaligen Progesteroninjektion wurde diese Kuh brünstig. Das Rind 20-1 wies 21 Tage nach der Geburt anlässlich der rektalen Untersuchung ein Corpus luteum bei einer Plasmaprogesteronkonzentration von 2.0 ng/ml auf. Die erste sichtbare Brunst trat jedoch erst nach einer 2 Monate dauernden azyklischen Phase auf, während der an den Ovarien keine funktionellen Gebilde palpiert werden konnten, und Progesteronwerte von höchstens 0.3 ng/ml gemessen wurden. Drei andere Kühe zeigten während des gesamten Puerperiums bis zur Schlachtung einige Monate post partum keine Brunstsymptome. Bei den Tieren 39-1 und 39-2 konnte anhand des Progesteronprofils und der palpierbaren zyklischen Gelbkörper auf eine ovarielle Aktivität geschlossen werden, während die gemessenen Progesteronwerte der Kuh 7-1 den Wert von 0.4 ng/ml nie überschritten. Bei den drei letztgenannten Tieren handelte es sich um 7, 8 beziehungsweise 11 Jahre alte Kühe mit chronischen, schmerzhaften Klauenleiden.

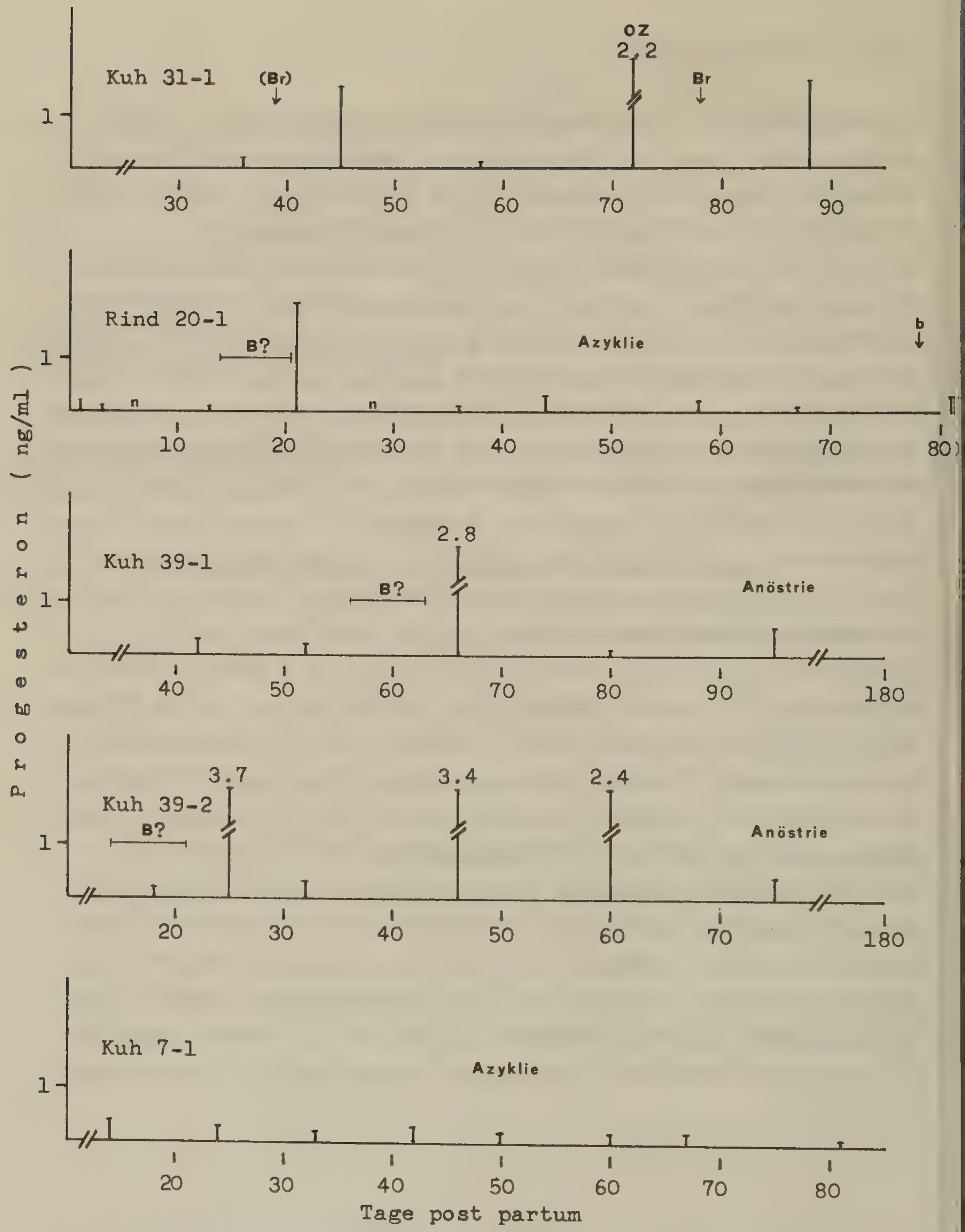


Abb. 18: Puerperale Progesteronprofile von 5 Versuchstieren mit Zyklusstörungen. OZ = Ovarzyste, B? = stille oder übersehene Brunst, (Br) = schwache Brunstsymptome, Br = deutlich erkennbare Brunst, b = erfolglos besamt, n = Progesteronwert nicht messbar, d.h. < 0.1 ng/ml.

5. DISKUSSION

5.1. Verlauf der klinisch-chemischen Blutparameter während Spätgravidität, Geburt und Puerperium

5.1.1. β-Carotin

Die von uns gefundene Verlaufskurve des β-Carotins fällt in der Spätgravidität leicht, um den Geburtstermin jedoch stärker ab und steigt im Puerperium wieder steil an. Aehnliche Verhältnisse fanden GAL and PARKINSON (23) in Untersuchungen beim Menschen. Der Abfall der Plasmakonzentration zur Zeit der Geburt könnte mit der vermehrten Ausscheidung von β-Carotin mit der Kolostralmilch in Zusammenhang stehen. Der Carotingehalt konsumgerechter Kuhmilch beträgt rund 0.1 - 0.4 mg/kg, derjenige von Kolostrum rund 1.5 mg/kg (45, 54). Erst etwa 5 Wochen post partum hat der Blutwert des β-Carotins das Niveau der Spätgravidität wieder erreicht. Da das Rind β-Carotin nicht selber synthetisieren kann, ist es auf dessen exogene Zufuhr, besonders aus Leguminosen, jungem Weidegras, Grasmehl und Grassilage angewiesen. Lange gelagertes Heu ist arm an β-Carotin, weshalb gegen Ende der Stallhaltungsperiode ungünstige Versorgungslagen auftreten können (60).
Die grosse Abhängigkeit der β-Carotinkonzentration im Plasma von der Fütterung, welche auch aus Untersuchungen von MEYER et al. (38) hervorgeht, ist bei einigen Tieren, bei denen die Untersuchungszeit bis in die Weideperiode reichte, gut ersichtlich. Diese Tiere erreichten bei Versuchsende 3 Monate post partum durchschnittliche β-Carotinwerte von rund 1000 µg/100 ml, während diejenigen Tiere, bei denen die Untersuchung bis 3 Monate post partum dauerte, aber dennoch vor Beginn der Weideperiode beendet werden konnte (n=6), das Niveau zur Zeit des Versuchsbeginns von rund 600 µg/100 ml nicht überschritten.

5.1.2. Vitamin A

Aehnlich wie das β-Carotin, sinkt auch das Vitamin A in der letzten Trächtigkeitswoche stark ab und erreicht 6 Wochen nach der Geburt wieder das Niveau der Spätgravidität (Abb. 4).

GAL and PARKINSON (23) fanden in Untersuchungen beim Menschen ähnliche Verhältnisse, und SCHMID (46) stellte bei Kühen ebenfalls einen starken Vitamin-A-Anstieg nach der Geburt fest. Der letztgenannte Autor führte die tiefen Vitamin-A-Werte während der Geburt auf eine Leberschädigung zurück.
Da der Vitamin-A-Gehalt der Kolostralmilch rund fünfmal so gross ist wie derjenige normaler Kuhmilch im Winter (45, 54), liesse sich der starke Abfall bei der Geburt, wie beim β-Carotin, durch die plötzlich einsetzende Laktation erklären.

Im Gegensatz zum β-Carotin war beim Vitamin A anhand der individuellen Verlaufskurven nach dem Weidebeginn kein Anstieg der Blutkonzentration ersichtlich. HEIDRICH (27) konnte bei Kühen ebenfalls keine Abhängigkeit des Vitamin-A-Spiegels von der Fütterung nachweisen.

5.1.3. Blutglukose

Der Blutzuckerspiegel adulter Wiederkäuer ist bedeutend tiefer als bei monogastrischen Tieren. Dieser Unterschied rührt daher, dass die Polysaccharide in den Vormägen der Wiederkäuer nicht zu Glukose, sondern zu kurzkettigen Fettsäuren abgebaut und erst in der Leber zu Monosacchariden und Glykogen umgeformt werden.

Die durchschnittlichen Blutglukosewerte der Versuchstiere während der Spätgravidität befinden sich bis einige Tage vor der Geburt auf einem konstanten Niveau von etwa 60 mg/100 ml.

Ein ähnliches Ergebnis fanden LOTTHAMMER et al. (35), während TETTENBORN (58) von einem Abfall und MOLINARI und NAVA (1959), (zit. nach (6)) von einem Blutzuckeranstieg in der Spätgravidität berichten. Für diese Unterschiede dürften Faktoren wie Alter und Fütterung verantwortlich sein.
Der markante Blutzuckeranstieg zur Zeit der Geburt von rund 60 auf 80 mg/100 ml am Tag der Geburt steht in Uebereinstimmung mit Ergebnissen anderer Autoren (6, 28, 47, 52, 58). BOSTEDT und BERCHTOLD (6) fanden bei Kühen mit Schwergeburt oder Kaiserschnitt eine stärkere Blutzuckererhöhung und deutlichere Eosinopenie als bei Tieren mit Normalgeburt. Aus dieser Beobachtung sowie aufgrund der Arbeiten von HOFFMANN et al. (30) und SMITH et al. (50), welche die höchsten Glucocorticosteroidwerte erst nach dem Progesteronabfall, beziehungsweise Oestrogenanstieg fanden, kann angenommen werden, dass die Glucocorticosteroidausschüttung eine Folge und nicht Ursache der Geburt ist. Diese Annahme wird durch Befunde bei der Geburtsinduktion mittels Glucocorticoiden unterstützt, wo ebenfalls ein Corticoidanstieg zur Zeit der Geburt beobachtet werden kann (EVANS (1973), zit. nach (61)). Die Hyperglykämie lässt sich demnach durch den glukoneogenetischen Effekt der Glucocorticoide erklären, welche infolge des Geburtsstress ausgeschüttet werden.

In der vorliegenden Arbeit wurden in der zweiten Woche post partum im Anschluss an die hyperglykämische Phase während der Geburt die tiefsten durchschnittlichen Blutzuckerwerte gemessen. Nach Ablauf des Gesamtpuerperiums befand sich der Blutzuckerspiegel wieder annähernd auf dem Niveau der Spätgravidität. SOMMER (52) sowie HERZ und GRAF (28) fanden ähnliche puerperale Blutzuckerspiegel, während ARBEITER (3) bei Kühen aus Problembetrieben bis 6 Wochen post partum eine abfallende Tendenz des Blutzuckers beobachtete. Der erniedrigte Glukosespiegel beim Laktationsbeginn wird damit begründet (KLEIBER et al. (1955), zit. nach 28)), dass über 80% der Laktose aus

Blutzucker gebildet werden. Dieser grosse Verbrauch an Glukose, zusammen mit Futterumstellungen und daraus resultierenden Indigestionen oder nicht bedarfsgerechtem Futterangebot, gelten als Hauptgrund, weshalb sich zahlreiche Kühe in den ersten Wochen post partum in einem ausgeprägten Energiedefizit befinden. Es ist deshalb nicht verwunderlich, dass die Ketoseanfälligkeit gerade im hypoglykämischen Stadium in den ersten rund sechs Wochen des Puerperiums bei einem enormen Energiebedarf am grössten ist.

5.1.4. Gesamtcholesterin

Die an unserem Tiermaterial beobachtete Verlaufskurve des Gesamtcholesterins im Blutserum zeigt während der Spätgravidität einen leichten Abfall, der von einem steilen Anstieg in der Puerperalphase gefolgt wird (Abb. 6). Dieser Befund steht im Widerspruch mit den Ergebnissen von FREITAG (22), der bei 85 Rindern während der Spätgravidität einen leichten Anstieg des Blutcholesterins gefunden hat. Zudem stellte dieser Autor fest, dass neben der Milchleistung auch Alter und Fütterung den Gesamtcholesterinspiegel beeinflussen können. WRIEDT (62) konnte in seiner Arbeit einen Einfluss von verschiedenen Erkrankungen auf den Gesamtcholesterinspiegel des Rindes nachweisen. Ein Grund für die widersprüchlichen Ergebnisse könnte darin liegen, dass die genannten Kriterien in unseren Untersuchungen nicht berücksichtigt werden konnten. Die von uns festgestellten tiefen peripartalen Cholesterinwerte stimmen mit Angaben von TACU (1958) und OSINGA (1960) (zit. nach (52)) überein. Die Beobachtung, dass ACTH den Cholesteringehalt der NNR vorübergehend senkt und die Umwandlung von Cholesterin in Pregnenolon beeinflusst (24), lässt vermuten, dass der erniedrigte Cholesterinspiegel zur Zeit der Geburt teilweise auf einer durch den Geburtsstress bedingten, erhöhten ACTH-Sekretion beruhen könnte.

Der bei unseren Versuchstieren angetroffene steile Anstieg des Gesamtcholesterins im Puerperium war bei den Kühen mit höherer Milchleistung deutlicher ausgeprägt, was wir in der Arbeit von FREITAG (22), der von einem umgekehrt proportionalen Verhältnis zwischen Milchleistung und Blutcholesterinspiegel berichtete, nicht bestätigt fanden. Seine Untersuchungen bezogen sich allerdings nicht auf das Puerperium. Nach SOMMER (52) lassen die grossen mit der Milch ausgeschiedenen Cholesterinmengen sowie die begrenzte Fähigkeit der Leber, Cholesterin zu synthetisieren, bei zunehmender Milchleistung eine Abnahme des Blutcholesterins erwarten. Ausser der Leber sind jedoch auch andere Organe, vor allem Darm, Haut und Nierenrinde, am Cholesterinstoffwechsel beteiligt (49).

5.1.5. GOT und LDH

Die Verlaufskurven der GOT- und LDH-Aktivitäten zeigen während der ganzen Untersuchung einen annähernd parallelen Verlauf. Auffallend ist der leichte Anstieg beider Enzymaktivitäten während des letzten Trächtigkeitsmonates sowie die starke Erhöhung zur Zeit der Geburt, was mit verschiedenen Literaturangaben übereinstimmt (32, 35, 52). Ueber die Herkunft beider Enzyme, und wann ihre Serumaktivitäten erhöht sind, gehen die Ansichten auseinander. KELLER (32) zieht vor allem die Skelettmuskulatur als Hauptquelle in Betracht, während SOMMER (52, 53) diese Enzyme als Indikatoren für Leberschäden betrachtet. Ob die in dieser Arbeit gefundenen erhöhten Enzymaktivitäten in den ersten zwei bis drei Wochen nach dem Abkalben auf Leberschäden oder auf geburtsbedingt erhöhte Muskelaktivitäten zurückzuführen sind, kann aufgrund unserer Versuchsanordnung nicht entschieden werden. Der sprunghafte Anstieg am Tag der Geburt deutet eher auf lokale Gewebsläsionen hin. Zur genauen Abklärung dieser Frage wären die gleichzeitige Bestimmung der

muskelspezifischen Creatinin-Phosphat-Kinase (CPK) und der leberspezifischen Enzyme Sorbit-Dehydrogenase (SDH) und Glutamat-Dehydrogenase (GLDH) sowie histologische oder funktionelle Leberuntersuchungen unerlässlich.

5.1.6. Magnesium, Kalzium und anorganisches Phosphat

Die variierenden Konzentrationen dieser Mineralien um den Geburtstermin, nämlich ein Abfall von Kalzium und anorganischem Phosphat sowie ein Anstieg von Magnesium, decken sich mit Befunden aus der Literatur (5, 54). Die spontane Hypokalzämie kurz vor dem Abkalben beruht hauptsächlich auf der plötzlichen Umstellung des Organismus vom Trächtigkeits- in den Laktationszustand, da mit der Milch grosse Kalziummengen ausgeschieden werden. Vergleichsweise fällt der Kalziumspiegel bei mastektomierten Kühen zur Zeit der Geburt nur wenig ab (40). Andere Faktoren wie Alter, Konstitution, Fütterung und intestinale Kalziumresorption können zu einer Verschlechterung der Kalziumbilanz beitragen (5, 54). Kann der durch die Laktation bedingte Kalziumverlust nicht rechtzeitig ausgeglichen werden, wobei den kalziumregulierenden Hormonen Parathormon, Calcitonin und Vitamin D die grösste Bedeutung zukommt, erkranken die Kühe an Gebärparese.

Aehnlich wie das Kalzium sinkt auch das anorganische Phosphat um den Geburtstermin stark ab. Bei älteren Tieren ist der Abfall stärker, und er lässt sich im Gegensatz zur Hypokalzämie durch Mastektomie nicht verhindern (40).

Die Bedeutung der bei der Geburt auftretenden Hypermagnesämie ist ungeklärt (5, 54); unsere Befunde lassen auch keine Erklärung zu.

5.2. Zusammenhänge zwischen einzelnen Variablen

5.2.1. Korrelation zwischen GOT und LDH

Die beiden Enzyme GOT und LDH sind während der ganzen Untersuchungszeit signifikant miteinander korreliert. Diese Abhängigkeit könnte damit erklärt werden, dass es sich um nicht organspezifische Enzyme handelt, da beide sowohl in der Skelettmuskulatur als auch in der Leber und in anderen Organen vorkommen. Deshalb ist es möglich, dass bei einem Zellzerfall dieser Organe beide Enzyme vermehrt im Kreislauf erscheinen können (Tab. 13 und Abb. 10).

5.2.2. Korrelation zwischen den Mineralien Magnesium, Kalzium und anorganisches Phosphat

Die positive Korrelation zwischen Kalzium und anorganischem Phosphat zur Zeit der Geburt kann zum Teil durch die grossen Verluste beider Mineralien beim Einsetzen der Laktation erklärt werden. Eine zufriedenstellende Interpretation der negativen Korrelation zwischen Kalzium und Magnesium im gleichen Zeitabschnitt ist uns nicht möglich (Tab. 13 und Abb. 12).

5.2.3. Korrelation zwischen β-Carotin und Gesamtcholesterin

Aehnlich wie in unseren Untersuchungen fanden auch LOTTHAMMER und AHLSWEDE (37) einen signifikanten Korrelationskoeffizienten zwischen diesen beiden Variablen. Die positive Korrelation zwischen β-Carotin und Gesamtcholesterin erklären die beiden obengenannten Autoren damit, dass die Schilddrüsenhormone den

Cholesterin- (18) sowie den Carotinstoffwechsel (CAMA und GOODWIN (1949), CHANDA et al. (1951), zit. nach (37)) zu beeinflussen vermögen (Tab. 13 und Abb. 11).

5.2.4. Korrelation zwischen β-Carotin und Vitamin A

β-Carotin und Vitamin A sind nur während der Geburt und des Puerperiums signifikant miteinander korreliert. Es ist denkbar, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen β-Carotin und Vitamin A nur dann besteht, wenn Vitamin A für den Organismus einen Mangelfaktor bedeutet und dessen Synthese direkt vom β-Carotin-Angebot abhängt (Tab. 13).

5.3. GOT-, LDH- und Gesamtcholesterinbestimmung als Vorsorgeuntersuchung in der Spätgravidität

Für die Beurteilung, ob ein Tier bei der Vorsorgeuntersuchung als gefährdet zu betrachten ist, sollen bei der GOT nur erhöhte Serumaktivitäten, beim Gesamtcholesterin sowohl erhöhte als auch erniedrigte Serumkonzentrationen bedeutungsvoll sein, wobei vor allem erniedrigte Cholesterinwerte als Indikator für eine Leberschädigung gelten sollen (26, 53). Dabei wird ein Tier als gefährdet angesehen, wenn entweder die GOT oder das Gesamtcholesterin allein oder beide Parameter gleichzeitig von der Norm abweichen (53).
LOTTHAMMER et al. (35) verzichteten auf die Bestimmung der LDH aufgrund ihrer hohen Korrelation zur GOT.
Im Bewusstsein, dass unsere Ergebnisse retrospektiv und an einer kleinen Tiergruppe gewonnen wurden, muss die Bestimmung der beiden Blutparameter GOT und Gesamtcholesterin für eine aussagekräftige Vorsorgeuntersuchung fraglich sein, weil

- das Gesamtcholesterin keine spezifische diagnostische Aussage erlaubt, da es neben den verschiedensten Organerkrankungen auch durch Fütterung, Alter und Milchleistung beeinflusst werden kann, und
- die GOT beim Rind als ubiquitäres Enzym mit geringer Organspezifität gilt.

KELLER (32) fand ähnlich grosse GOT-Aktivitäten in Homogenaten aus Skelettmuskulatur, Leber, Myokard, Plazentomen, Niere und Grosshirnrinde, und er betrachtet deshalb die GOT nur bedingt als Indikator für Leberschäden. Von grösserer Bedeutung als das Gesamtcholesterin zur Erfassung von Lebererkrankungen ist die Bestimmung des Quotienten des freien zum veresterten Cholesterin, weil die Veresterungsreaktion bei Leberzellschädigung gestört ist (54). Einzeluntersuchungen von klinisch-chemischen Blutparametern sind zur Beurteilung des Krankheitsgeschehens nicht geeignet.

Beim Vorschlag, metaphylaktische Massnahmen auf medikamentöser Basis durchzuführen (26, 35), drängt sich als Alternative die Forderung nach einem guten Management auf, das vor allem durch Optimierung von Haltung und Fütterung sämtlicher Tiere, unabhängig von blutchemischen Befunden, die beste Prophylaxe gewährleistet.

5.4. Hormonanalytische Befunde und Fruchtbarkeitsgeschehen im Puerperium

5.4.1. Progesteron während Spätgravidität und Geburt

Die hormonanalytischen Ergebnisse zeigen, dass der Progesteronspiegel trotz grosser individueller Unterschiede während der letzten beiden Trächtigkeitsmonate allmählich sinkt und erst in den letzten 48 Stunden vor dem Abkalben auf Werte unter 0.5 ng/ml abfällt. Diese Beobachtung stimmt mit Angaben zahlreicher Autoren überein, wobei der Beginn des Progesteronabfalls zu verschiedenen Zeitpunkten angegeben wird. DONALDSON et al. (15) , SHORT (48) und FAIRCLOUGH et al. (20) stellten ein Absinken des Progesterons in den letzten 20 bis 30 Tagen, und POPE et al. (41) sowie STABENFELDT et al.(56) in den letzten 40 Tagen vor der Geburt fest. ROBERTSON (42) konnte an acht individuellen Progesteronverlaufskurven eine Abnahme der Konzentration in den letzten 35 bis 70 Tagen der Trächtigkeit beobachten.
Die Ursache des graduellen Progesteronabfalls im Blutplasma während der Spätgravidität ist unbekannt. Eine Abnahme luteotroper Hormone wie LH und Prolaktin am Ende der Trächtigkeit ist unwahrscheinlich, da LH-Bestimmungen während der Spätgravidität keine Veränderungen gezeigt haben (29, 30), und ein Prolaktininhibitor die hormonalen Verhältnisse vor und während der Geburt nicht signifikant veränderte (30, 31).

Zur Geburtsauslösung sind nach heutigen Vorstellungen mehrere zeitlich aufeinander abgestimmte endokrinologische Vorgänge erforderlich. Eine wichtige Rolle spielt dabei die intakte Ausbildung der fetalen Hypophysen-NNR-Achse. Fetale Glucocorticoide führen beim Rind ca. 30 Tage ante partum zu einer gesteigerten Synthese und Abgabe von Oestrogenen durch die fetoplazentäre Einheit (17). Der starke Progesteronabfall beim Rind in den letzten zwei Tagen vor der Geburt scheint eine Voraussetzung für einen normalen Geburtsverlauf zu sein (17, 20, 56,61).

Beim Menschen soll die Progesteronabnahme erst kurz nach der Geburt stattfinden (LAURO et al. (1968), YANNONE et al. (1968), zit. nach (55)). Neueren Literaturangaben zufolge kommt der steile Abfall des Progesterons durch die luteolytische Wirkung von Prostaglandin $F_2\alpha$ zustande, dessen Konzentration in der utero-ovariellen Vene etwa 2 Tage vor der Geburt stark ansteigt (20).

Die Progesteronverlaufskurven der 5 Kühe in Abbildung 13 zeigen, dass klinische Anzeichen einer bevorstehenden Geburt, wie eingefallene Beckenbänder, nicht mit tiefen Progesteronkonzentrationen einhergehen müssen. Da möglicherweise nicht die absoluten Konzentrationen, sondern das Verhältnis der Oestrogene zum Progesteron für die Ruhigstellung beziehungsweise Kontraktilität des Uterus und somit für den Geburtseintritt verantwortlich ist (20), könnte ein frühzeitiger Oestrogenanstieg bei noch relativ hohem Progesteronspiegel zur Erschlaffung der Beckenbänder geführt haben.

5.4.2. Ovarialtätigkeit im Puerperium

Ein Ziel dieser Arbeit bestand darin, anhand des Progesteronprofils die erste puerperale Brunst festzustellen. Da unter Praxisbedingungen häufige Blutentnahmen am gleichen Tier über längere Zeit nicht möglich waren, muss berücksichtigt werden, dass kurze Brunstzyklen, wie sie im Puerperium beobachtet werden (39), hormonanalytisch bei unseren Tieren nicht abzusichern waren.
Das Wiedereinsetzen der ovariellen Aktivität im Puerperium beim Rind haben verschiedene Autoren entweder durch rektale Kontrolle (8, 39) oder mittels hormonanalytischer Methoden (9, 16, 33, 42) bestimmt.
In unserer Arbeit beobachteten wir den tiefsten Progesteronwert im Durchschnitt am zweiten Tag post partum. Bis zum Wiedereinsetzen der ovariellen Tätigkeit blieb die Progesteronkonzentra-

tion in fast allen Fällen unter 0.5 ng/ml. Vereinzelte Progesteronwerte zwischen 0.5 und 1 ng/ml in den ersten Tagen nach der Geburt dürften auf eine Hormonsekretion anovulatorischer, luteinisierter Follikel (9, 11, 42) oder der NNR (4, 9, 11) zurückzuführen sein. Aehnliche Verhältnisse im frühpuerperalen Progesteronverlauf beobachteten ROBERTSON (42), KING et al. (33) sowie SCHAMS et al. (43).

Das durchschnittliche zeitliche Intervall zwischen Geburt und erster Brunst post partum lag bei unseren Versuchstieren bei 30.1 ± 14.3 Tagen und steht in Uebereinstimmung mit Angaben anderer Autoren, welche von Intervallen zwischen 15 und 45 Tagen berichten (8, 39). Anhand hormonanalytischer Methoden fanden KING et al. (33) bei Untersuchungen an 69 Kühen die erste Brunst nach durchschnittlich 19.5 Tagen mit Schwankungen von 10 bis 68 Tagen. Ueber solch grosse Abweichungen berichtete auch ROBERTSON (42).

Bei 38 Versuchstieren mit normalem Geburtsverlauf und Frühpuerperium trat die erste Brunst nach durchschnittlich 28.9 ± 15.0 Tagen auf, bei 17 Tieren mit gestörter peripartaler Phase nach 32.8 ± 12.5 Tagen; der Unterschied von rund 4 Tagen ist statistisch nicht gesichert. Im Gegensatz dazu fanden MORROW et al. (39) in etwa dreimal grösseren Versuchstiergruppen, die sich ebenfalls bezüglich Verlauf von Geburt und Frühpuerperium unterschieden, eine Dauer zwischen Geburt und erster Brunst von 15 beziehungsweise 34 Tagen. Wahrscheinlich beeinträchtigen vor allem chronische Endometritiden nach gestörtem Verlauf von Geburt und Frühpuerperium das endokrine Regelkreisgeschehen und tragen damit zum verzögerten Wiedereinsetzen der Ovarialtätigkeit bei. Dass in der vorliegenden Untersuchung keine deutlichen Unterschiede zwischen den beiden Gruppen aufgetreten sind, kann durch die heterogenen und zahlenmässig beschränkten Versuchstiergruppen bedingt sein.

Bei 31% unserer Versuchstiere war die erste Brunst post partum mit deutlichen Brunstsymptomen verbunden, während bei rund zwei Dritteln der Tiere Brunstanzeichen fehlten oder übersehen wurden.

KING et al. (33) konnten in zwei Versuchsgruppen, wovon eine im Freilaufstall mittels Fernsehen permanent, die andere nur anlässlich der Stallarbeiten auf Brunstzeichen hin beobachtet wurde, bei 50 beziehungsweise 20% der Tiere die erste puerperale Brunst erkennen. Daraus geht hervor, dass der Anteil der anöstrisch erscheinenden Tiere im Puerperium durch Optimierung der Brunstbeobachtung gesenkt werden kann.
In unseren Untersuchungen betrug die Dauer zwischen Geburt und erster beobachteter Brunst im Puerperium durchschnittlich 51.4 ± 21.2 Tage mit Schwankungen zwischen 12 und 104 Tagen. Die Brunstbeobachtung war in einigen Betrieben ungenügend, weil ihr die Landwirte vor allem in den ersten Wochen post partum zuwenig Beachtung schenkten. Aus der Literatur sind puerperale Intervalle bis zur ersten beobachteten Brunst von 30 bis 70 Tagen bekannt (33). Dabei hängen die Ergebnisse stark von der Methodik und den verwendeten Definitionen der ersten Brunst und der ersten beobachteten Brunst sowie von der Art der Brunstbeobachtung ab. In der vorliegenden Arbeit galt eine Brunst als beobachtet, wenn Duldungsreflex, starkes Aufreitverhalten oder Unruhe mit Brunstschleimabsonderung beobachtet werden konnten.

Abschliessend stellt sich die Frage, welche Mechanismen die ovarielle Tätigkeit im Puerperium wieder in Gang setzen. Betrachtet man die Geburt hinsichtlich Progesteron-, Oestrogen- und Prostaglandinverlauf, fällt eine Aehnlichkeit mit den Verhältnissen während der Gelbkörper-Rückbildungsphase und des Proöstrus auf. Es kann angenommen werden, dass die Follikelanbildung im Frühpuerperium, analog zur Brunst, durch den Progesteronentzugseffekt bei der Geburt stimuliert wird.
Das Fruchtbarkeitsgeschehen im Puerperium kann jedoch durch verschiedene Störfaktoren, zum Beispiel durch Haltungs- und Fütterungsfehler, welche ihrerseits Stoffwechselstörungen nach sich ziehen können, und in besonderem Masse durch uterine Affektionen, negativ beeinflusst werden, sodass sich die erneute Zyklustätigkeit nur verzögert oder gar nicht einzupendeln vermag.

6. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Aufgrund unserer Untersuchungen können folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

- Der Progesteronspiegel sinkt in den letzten zwei Trächtigkeitsmonaten kontinuierlich ab. Ein starker Abfall auf Werte von weniger als 1 ng/ml erfolgt in den letzten zwei Tagen vor der Geburt.
- Das Zeitintervall bis zur ersten, anhand der Progesteronprofile errechneten Brunst im Puerperium beträgt in der vorliegenden Arbeit 30.1 ± 14.3, und bis zur ersten beobachteten Brunst durchschnittlich 51.4 ± 21.2 Tage. Eine sorgfältige Brunstbeobachtung ist zur Erfassung scheinbar anöstrischer Tiere von entscheidender Bedeutung.
- Die Plasmakonzentrationen von β-Carotin und Vitamin A sind um den Zeitpunkt der Geburt erniedrigt.
- Der Geburtsvorgang führt zu einer starken Blutzuckererhöhung, die von einer hypoglykämischen Phase gefolgt wird. Deshalb ist der Energieversorgung von Kühen, besonders im Puerperium, Beachtung zu schenken.
- Im geburtsnahen Zeitraum fällt die Gesamtcholesterinkonzentration im Blut ab.
- Die Verlaufskurven der GOT- und LDH-Aktivitäten sind durch einen steilen Anstieg während der Geburt gekennzeichnet. Die Werte im Puerperium sind im Vergleich zu denjenigen der Spätgravidität erhöht.
- Zur Zeit der Geburt können auch bei Kühen, die nicht an Gebärparese erkranken, deutlich erniedrigte Blutkalzium-Werte auftreten.
- Zwischen einzelnen Blutparametern bestehen signifikante Korrelationen.
- Eine sogenannte Vorsorgeuntersuchung, gestützt auf die Bestimmung von GOT und Gesamtcholesterin in der Spätgravidität, erscheint aufgrund der Ergebnisse unzuverlässig.

7. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Arbeit werden an 55 Rindern und Kühen aus einem tierärztlichen Praxisgebiet die Verlaufskurven verschiedener Blutparameter wie Progesteron, β-Carotin, Vitamin A, Blutzucker, Gesamtcholesterin, GOT, LDH sowie der Mineralien Magnesium, Kalzium und anorganisches Phosphat während der Spätgravidität, der Geburt und des Puerperiums untersucht.
Der Progesteronspiegel fällt etwa 48 Stunden vor der Geburt deutlich ab und bleibt im Puerperium bis zum individuell unterschiedlichen Beginn der Ovarialtätigkeit erniedrigt. Die ovarielle Aktivität im Puerperium wird anhand einzelner Progesteronprofile bestimmt. Die Zeitintervalle zwischen Geburt und erster Brunst bzw. erster beobachteter Brunst im Puerperium betragen rund 30 bzw. 51 Tage. Die Rastzeit (n=48) dauert 73 und die Güstzeit (n=41) 80 Tage. Zwischen den Versuchstieren mit normalem und gestörtem Geburtsverlauf bestehen hinsichtlich der vier letztgenannten Kriterien keine signifikanten Unterschiede.
β-Carotin und Vitamin A fallen einige Tage vor dem Abkalben ab und steigen während des Puerperiums wieder kontinuierlich an.

Der Blutzucker bleibt während der Spätgravidität konstant, steigt während der Geburt stark an und sinkt im Frühpuerperium auf hypoglykämische Werte, die bis zur 6. postpartalen Woche bestehen bleiben.
Das Gesamtcholesterin fällt während der Spätgravidität kontinuierlich ab, erreicht im geburtsnahen Zeitraum die tiefsten Werte und steigt im Puerperium wieder steil an, wobei der Anstieg bei Tieren mit höherer Milchleistung stärker ausgeprägt ist.

Die Verlaufskurven der GOT und der LDH sind während der ganzen Untersuchungszeit parallel zueinander. Zur Zeit der Geburt findet eine starke Aktivitätserhöhung statt.
Die Mineralien Magnesium, Kalzium und anorganisches Phosphat zeigen in der peripartalen Zeit das Bild einer "physiologischen Hypokalzämie", begleitet von einer Hypophosphat- und Hypermagnesämie.

Zwischen einigen Variablen werden signifikante Korrelationskoeffizienten errechnet und mögliche Kausalzusammenhänge diskutiert. Die Zuverlässigkeit einer Vorsorgeuntersuchung mittels Bestimmung der GOT und des Gesamtcholesterins acht sowie drei Wochen vor der Geburt wird anhand der vorliegenden Ergebnisse in Frage gestellt.

8. L I T E R A T U R V E R Z E I C H N I S

(1) ABRAHAM, G.E., SWERDLOFF, R., TULCHINSKY, D. and ODELL, W.D. (1971): Radioimmunoassay of plasma progesterone. J. Clin. Endocr. Metab. 32, 619-624.

(2) AHLSWEDE, L. und LOTTHAMMER, K.-H. (1978): Untersuchungen über eine spezifische, Vitamin-A-unabhängige Wirkung des β-Carotins auf die Fertilität des Rindes. 5. Mitteilung: Organuntersuchungen (Ovarien, Corpora lutea, Leber, Fettgewebe, Uterussekret, Nebennieren) - Gewichts- und Gehaltsbestimmungen. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 85, 7-12.

(3) ARBEITER, K. (1975): Klinische und Laboratoriumsuntersuchungen an Kühen in Problembetrieben. Veröffentlichungen der Landwirtschaftlich-chemischen Bundesversuchsanstalt Linz, 10, 213-225.

(4) BALFOUR, W.E. and COMLINE, R.S. (1957): Secretion of progesterone by the adrenal gland. Nature, Lond. 180, 1480-1481.

(5) BLUM, J.W. und FISCHER, J.A. (1974): Aetiologie, Pathophysiologie und Prophylaxe der hypocalcaemischen Gebärparese des Rindes - Eine Uebersicht. Schweiz. Arch. Tierheilk. 116, 603-628.

(6) BOSTEDT, H. und BERCHTOLD, M. (1968): Veränderungen der Glucosekonzentration und der Zahl der eosinophilen Leukozyten im Blut von Rindern intra und post partum. Berl. Münch. tierärztl. Mschr. 81, 243-245.

(7) BRUBACHER, G. and VUILLEUMIER, J.P. (1974): Clinical biochemistry principles and methods. Editors: Curtius, H.Ch. and Roth, M. Verlag Walter de Gruyter. Berlin. New York.

(8) CALLAHAN, C.J., ERB, R.E., SURVE, A.H. and RANDEL, R.D. (1971): Variables influencing ovarian cycles in postpartum dairy cows. J. Anim. Sci. 33, 1053-1059.

(9) CHOI, H.S., STOECKL, W., ARBEITER, K., RITTMANNSPERGER, F. und BAMBERG, E. (1977): Der Plasmaprogesterongehalt bei Kühen in der Puerperalphase. Wien. tierärztl. Mschr. 64, 10-11.

(10) COMBERG, G. (1971): Tierzüchtungslehre, 2. Aufl. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

(11) CORAH, L.R., QUEALY, A.P., DUNN, D.G. and KALTENBACH, C.C. (1974): Prepartum and postpartum levels of progesterone and estradiol in beef heifers fed two levels of energy. J. Anim. Sci. 39, 380-385.

(12) DIXON, W.J. and BROWN, M.B. (1977): BMDP-77, Biomedical Computer Programs, P-Series, Berkeley. University of California Press.

(13) Documenta Geigy, Wissenschaftliche Tabellen. 7. Auflage, 1968. Hersg.: J.R. Geigy AG. Pharma, Basel.

(14) McDONALD, L.E., McNUTT, S.H. and NICHOLS, R.E. (1953): On the essentiality of the bovine corpus luteum of pregnancy. Am. J. Vet. Res. 14, 539-541.

(15) DONALDSON, L.E., BASSETT, J.M. and THORBURN, G.D. (1970): Peripheral plasma progesterone concentration of cows during puberty, estrous cycles, pregnancy and lactation, and the effects of undernutrition or exogenous oxytocin on progesterone concentration. J. Endocrinol. 48, 599-614.

(16) ECHTERNKAMP, S.E. and HANSEL, W. (1973): Concurrent changes in bovine plasma hormone levels prior to and during the first postpartum estrous cycle. J. Anim. Sci. 37, 1362-1370.

(17) EDQVIST, L.-E., EKMAN, L., GUSTAFSSON, B. and JOHANSSON, E.D.B. (1973): Peripheral plasma levels of oestrogens and progesterone during late bovine pregnancy. Acta endocr. 72, 81-88.

(18) EKMAN, L. (1970): Klinisch-chemische Diagnostik von Schilddrüsenstörungen in der Veterinärmedizin. Wien. tierärztl. Mschr. 57, 286-292.

(19) ESTERGREEN, V.L. (Jr.), FROST, O.L., GOMES, W.R., ERB, R.E. and BULLARD, J.F. (1967): Effect of ovariectomy on pregnancy maintenance and parturition in dairy cows. J. Dairy Sci. 50, 1293-1295.

(20) FAIRCLOUGH, R.J., HUNTER, J.T. and WELCH, R.A.S. (1975): Peripheral plasma progesterone and utero-ovarian Prostaglandin F concentrations in the cow around parturition. Prostaglandins 9, 901-914.

(21) FOLMAN, Y., ROSENBERG, M., HERZ, Z. and DAVIDSON, M. (1973): The relationship between plasma progesterone concentration and conception in postpartum dairy cows maintained on two levels of nutrition. J. Reprod. Fert. 34, 267-278.

(22) FREITAG, H. (1964): Untersuchungen über den Cholesteringehalt im Blutserum klinisch gesunder Rinder unter Berücksichtigung von Alter, Geschlecht, Fütterung und Milchleistung. Vet. Med. Diss., Hannover.

(23) GAL, I. and PARKINSON, C.E. (1974): Effects of nutrition and other factors on pregnant woman's serum vitamin A levels. Am. J. Clin. Nutr. 27, No. 7, 688-695.

(24) GANONG (1972): Medizinische Physiologie. Springer-Verlag. Berlin, Heidelberg, New York.

(25) GOMES, W.R. and ERB, R.E. (1965): Progesterone in bovine reproduction: A review. J. Dairy Sci. 48, 314-330.

(26) HAERTEL, U. (1974): Blutserumuntersuchungen auf Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (GOT) und Cholesterin sowie Metaphylaxe der Fortpflanzungsstörungen des Rindes mit Aristolochia miniplex, Tonophosphan und einem Vitamin-AE-Präparat. Vet. Med. Diss., Hannover.

(27) HEIDRICH, H.-D. (1967): Untersuchungen zum Vitamin-A- und Karotinblutspiegel von Kühen. Monatsh. Veterinärmed. 22, No. 19, 778-781.

(28) HERZ, J. und GRAF, F. (1976): Blutglucosespiegel bei Non-Return- und Return-Kühen einer Hochleistungsherde. Zuchthyg. 2, 124-129.

(29) HOFFMANN, B. and KARG, H. (1974): Endocrine balance of the cow at parturition. In: Avortement et parturition provoqués. Ed. Bosc, M.J., Palmer, R. & Sureau, C. Masson et Cie, Paris, p.123.

(30) HOFFMANN, B., SCHAMS, D., GIMENEZ, T., ENDER, M.L., HERRMANN, Ch. and KARG, H. (1973): Changes of progesterone, total oestrogens, corticosteroids, prolaktin and LH in bovine peripheral plasma around parturition with special reference to the effect of exogenous corticoids and a prolaktin inhibitor respectively. Acta endocr. (Kbh.) 73, 385-395.

(31) KARG, H. and SCHAMS, D. (1974): Prolactin release in cattle. J. Reprod. Fert. 39, 463.

(32) KELLER, P. (1971): Serumenzyme beim Rind: Organanalysen und Normalwerte. Schweiz. Arch. Tierheilk. 113, 615-626.

(33) KING, G.J., HURNIK, J.F. and ROBERTSON, H.A. (1976): Ovarian function and estrous in dairy cows during early lactation. J. Anim. Sci. 42, 688-692.

(34) LINDNER, H.R., PEREL, E., FRIEDLANDER, A. and ZEITLIN, A. (1972): Specifity of antibodies to ovarian hormones in relation to the site of attachment of the steroid hapten to the peptide carrier. Steroids 19, 357-375.

(35) LOTTHAMMER, K.-H., BENTEN, K. und EL NAHAS, H. (1971): Klinisch-chemische Blutuntersuchungen zur Frühdiagnose und Grundlage der Prophylaxe primär nicht infektiöser Erkrankungen des Rindes im Puerperium. Prakt. Tierarzt. 13, 563-567.

(36) LOTTHAMMER, K.-H., AHLSWEDE, L. und MEYER, H. (1976): Untersuchungen über eine spezifische, Vitamin-A-unabhängige Wirkung des β-Carotins auf die Fertilität des Rindes. 2. Mitteilung: Weitere klinische Befunde und Befruchtungsergebnisse (Versuch III). Dtsch. Tierärztl. Wschr. 83, 353-358.

(37) LOTTHAMMER, K.-H. und AHLSWEDE, L. (1977): Untersuchungen über eine spezifische, Vitamin-A-unabhängige Wirkung des β-Carotins auf die Fertilität des Rindes. 3. Mitteilung: Blutserumuntersuchungen (β-Carotin, Vitamin A, SGOT, Gesamtcholesterin, Glukose, anorganischer Phosphor). Dtsch. Tierärztl. Wschr. 84, 220-226.

(38) MEYER, H., AHLSWEDE, L. und LOTTHAMMER, K.-H. (1975): Untersuchungen über eine spezifische, Vitamin-A-unabhängige Wirkung des β-Carotins auf die Fertilität des Rindes. 1. Mitteilung: Versuchsanstellung, Körperentwicklung und Eierstocksfunktion. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 82, 444-449.

(39) MORROW, D.A., ROBERTS, S.J., McENTEE, K. and GRAY, H.G. (1966): Postpartum ovarian activity and uterine involution in dairy cattle. J. Amer. Vet. Med. Ass. 149, 1596-1609.

(40) NIEDERMEYER, R.P., SMITH, V.R. and WHITEHAIR, C.K. (1949): Parturient paresis. III.:A study of various blood constituents at parturition in mastectomized cows. J. Dairy Sci. 32, 927-934.

(41) POPE, G.S., GUPTA, S.K. and MUNRO, I.B. (1969): Progesterone levels in the systemic plasma of pregnant, cycling and ovariectomized cows. J. Reprod. Fert. 20, 369-381.

(42) ROBERTSON, H.A. (1972): Sequential changes in plasma progesterone in the cow during the estrous cycle, pregnancy, at parturition, and post-partum. Can. J. Anim. Sci. 52, 645-685.

(43) SCHAMS, D., HOFFMANN, B., FISCHER, S., MARZ, E. and KARG, H. (1972): Simultaneous determination of LH and progesterone in peripheral bovine blood during pregnancy, normal and corticoid-induced parturition and the post-partum period. J. Reprod. Fert. 29, 37-48.

(44) SCHAMS, D., HOFFMANN, B., LOTTHAMMER, K.-H. und AHLSWEDE, L. (1977): Untersuchungen über eine spezifische, Vitamin-A-unabhängige Wirkung des β-Carotins auf die Fertilität des Rindes. 4. Mitteilung: Auswirkung auf hormonale Parameter während des Zyklus. Dtsch. Tierärztl. Wschr. 84, 307-310.

(45) SCHEUNERT, A. und TRAUTMANN, A. (1976): Veterinär-Physiologie. Verlag Paul Parey. Berlin und Hamburg.

(46) SCHMID, S. (1975): Ueber das Verhalten einiger Metaboliten in der Puerperalphase des Rindes. Vet. Med. Diss., Wien.

(47) SEIDEL, H., PUFE, M., MUELLER, I., GRUEN, E., KOLB, E. und SCHUHMACHER, U. (1973): Verlaufsuntersuchungen zum Verhalten einiger biochemischer und physiologischer Parameter im geburtsnahen Zeitraum der Milchkuh. Arch. Exp. Vet. Med. 27, 589-600.

(48) SHORT, R.V. (1958): Progesterone in blood. II. Progesterone in the peripheral blood of pregnant cows. J. Endocrin. 16, 426-428.

(49) SIEGENTHALER, W. (Hersg.) (1970): Klinische Pathophysiologie. Georg Thieme Verlag, Stuttgart.

(50) SMITH, V.G., EDGERTON, L.A., HAFS, H.D. und CONVEY, E.M. (1973): Bovine serum estrogens, progestins, and glucocorticoids during late pregnancy. J. Anim. Sci. 36, 391.

(51) SOKOLOWSKI, J.H. (1971): The effect of ovariectomy on pregnancy maintenance in the bitch. Laboratory Animal Science. 21, 696-699.

(52) SOMMER, H. (1970): Zur Ueberwachung der Gesundheit des Rindes mit Hilfe klinisch-chemischer Untersuchungsmethoden. Arch. Exp. Vet. Med. 24, 735-776.

(53) SOMMER, H. (1975): Präventive Medizin bei Milchkühen. Vet. Med. Nachr. 75, 41-61.

(54) SPOERRI, H. und STUENZI, H. (1969): Pathophysiologie der Haustiere. Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg.

(55) STABENFELDT, G.H., DROST, M. and FRANTI, C.E. (1972): Peripheral plasma progesterone levels in the ewe during pregnancy and parturition. Endocrinology. 90, 144-150.

(56) STABENFELDT, G.H., OSBURN, B.I. and EWING, L.L. (1970): Peripheral plasma progesterone levels in the cow during pregnancy and parturition. Am. J. Physiol. 218, 571-575.

(57) STORMSHAK, F. and ERB, R.E. (1961): Progestins in bovine corpora lutea, ovaries, and adrenals during pregnancy. J. Dairy Sci. 44, 310.

(58) TETTENBORN, D. (1963): Blutzuckerbestimmungen bei gesunden und kranken Rindern mit der Glucoseoxydase-Methode. Vet. Med. Diss., Hannover.

(59) THORBURN, G.D., CHALLIS, J.R.C. and CURRIE, W.B. (1977): Control of parturition in domestic animals. Biol. Reprod. 16, 18-27.

(60) Vitamin Compendium, 1970. Hersg.: Firma Hoffmann-LaRoche, Basel, Schweiz.

(61) WAGNER, W.C., THOMPSON, F.N., EVANS, L.E. and MOLOKWU, E.C.I. (1974): Hormonal mechanisms controlling parturition. J. Anim. Sci. (Suppl. 1) 38, 39-57.

(62) WRIEDT, J. (1964): Untersuchungen über den Cholesteringehalt im Blutserum bei inneren und chirurgischen Erkrankungen des Rindes. Vet. Med. Diss., Hannover.

(63) WÜEST, M. (1975): Untersuchungen über die Beziehungen der Milchleistung und des Laktationskurvenverlaufes zur Fruchtbarkeit beim Schweizerischen Braunvieh. Vet. Med. Diss., Zürich.

(64) ZEROBIN, K. (1978): Möglichkeiten zur Lenkung der Brunst. Schweizerische Landwirtschaftliche Monatshefte. 56, 69-81.

Allen, die mich bei dieser Arbeit unterstützt haben, möchte ich herzlich danken.

Herrn Prof. Dr. K. Zerobin für die Ueberlassung des Themas sowie für seine wissenschaftliche Beratung.

Herrn Prof. Dr. M. Berchtold für die Durchsicht der Arbeit.

Frau C. Rüegg und Frau U. Buck sowie den Herren Th. Weibel und Dr. G. Jutz für die Laborarbeit.

Herrn Dr. E. Eggenberger, Oberassistent am Institut für Zuchthygiene, für die Leitung der statistischen Auswertung.

Den Herren PD Dr. W. Rehm und Dr. L. Völker, Firma Hoffmann-LaRoche, Basel.

Herrn Hansjörg Fopp, Tierarzt in Klosters, GR.

Den Landwirten von Klosters und Umgebung sowie aus der Landschaft Davos, die uns Tiere für die Untersuchung zur Verfügung gestellt haben.

Frau R. Wellauer, Davos, für die Hilfe bei der Reinschrift.

Besonderer Dank gilt Herrn Dr. R. Thun, Oberassistent am Institut für Zuchthygiene, für seine stete Hilfsbereitschaft und Unterstützung bei der Abfassung dieser Arbeit.

CURRICULUM VITAE

12. April 1951	In St. Gallen geboren
1958 - 1964	Primarschule in St. Gallen
1964 - 1970	Kantonsschule St. Gallen Matura Typus B
1970 - 1971	Studium an der Naturwissenschaftlichen Abteilung der ETH Zürich
1971 - 1976	Studium an der Veterinär-Medizinischen Fakultät der Universität Zürich
November 1976	Staatsexamen als Tierarzt
Januar 1977 bis Juli 1978	Assistent in einer tierärztlichen Praxis im Kanton Graubünden
Januar 1977 bis Herbst 1978	Neben der praktischen Tätigkeit Arbeit an der Dissertation am Institut für Zuchthygiene der Universität Zürich
Herbst 1978	Heirat mit Christine Suter aus Davos